

Huracanes que afectaron a Ciego de Ávila y sus periodos de retorno. Periodo 1851 a 2017

Hurricanes that affected Ciego de Ávila and their return periods. Period 1851 to 2017



<http://opn.to/a/UMG7>

Orlando L. Córdova-García^{1✉}, Miriela García-García¹, Amaury Machado Montes de Oca²,
Reinier Borrego-Díaz³

¹Centro Meteorológico Provincial, Ciego de Ávila, Cuba

²Centro Meteorológico Provincial, Villa Clara, Cuba

³Centro Meteorológico Provincial, Isla de la Juventud, Cuba

RESUMEN: Obtener una actualización de la cronología de los huracanes que han afectado a la provincia de Ciego de Ávila y sus periodos de retorno son los objetivos principales de este trabajo, que incluye la descripción de su comportamiento estadístico. Fueron utilizadas como fuentes de información la Cronología de los Huracanes de Cuba actualizada y la Base de Datos de Huracanes del Atlántico Hurdad2 (1851-2017), así como otros estudios llevados a cabo en la provincia en años anteriores. Para el cálculo de los períodos de retorno se utilizaron leyes de probabilidad asociadas a variables aleatorias discretas, es decir la distribución de Poisson y la décima de ajuste Chi-cuadrado. El análisis detallado indica que las afectaciones al territorio se concentran en septiembre y octubre, se obtuvo que el periodo de retorno para la afectación de un huracán de cualquier categoría es cada 7,47 años y para ser afectados por un huracán intenso es de 28,34 años. Estos resultados son de mucha utilidad en la evaluación de riesgos y vulnerabilidad de diferentes poblaciones y objetivos económicos de nuestra provincia y servirán para una mejor comprensión de los huracanes y su impacto en una nueva etapa de alta actividad ciclónica, teniendo en cuenta la afectación del huracán Irma, único huracán categoría 5 en la historia de la provincia.

Palabras clave: huracanes, cronología, períodos de retorno, Ciego de Ávila.

ABSTRACT: Obtaining an update of the chronology of the hurricanes that have affected the province of Ciego de Ávila and its return periods are the main objectives of this work, which includes the description of its statistical behavior. The updated Hurricane Chronology of Cuba and the Atlantic Hurricane Hurdad2 Data Base (1851-2017) were used as sources of information, as well as other studies carried out in the province in previous years. For the calculation of the return periods, probability laws associated with discrete random variables were used, that is, the Poisson distribution and the tenth of Chi-square adjustment. The detailed analysis indicates that the affectations to the territory are concentrated in September and October, it was obtained that the period of return for the affectation of a hurricane of any category is every 7.47 years and to be affected by an intense hurricane is 28,34 years. These results are very useful in the evaluation of risks and vulnerability of different populations and economic objectives of our province and will serve for a better understanding of hurricanes and their impact in a new stage of high cyclonic activity, taking into account the impact of the hurricane Irma, the only category 5 hurricane in the history of the province.

Keywords: hurricanes, chronology, return period, Ciego de Ávila.

✉ Autor para correspondencia: Orlando L. Córdova-García. E-mail: orlando.cordova@cav.insmet.cu

Recibido: 6/4/2018

Aceptado: 20/6/2018

INTRODUCCIÓN

Los huracanes son los fenómenos meteorológicos más destructivos del planeta. Nuestro país es muy afectado por estos y el mayor causante de daños (Pérez, 2013). Es de recordar, por solo mencionar un caso, el huracán Kate (Noviembre 1985) el cual afectó duramente la porción centro - norte del territorio con una penetración del mar hasta de 4000 m en algunos puntos, Comunicación Personal (1985).

El estudio de tales fenómenos meteorológicos bajo criterios climatológicos es de vital importancia para la toma de decisiones por parte del gobierno, entidades económicas y la población de forma general, además Ciego de Ávila es una de las provincias de mayor desarrollo agrícola y turístico de Cuba, con importantes asentamientos costeros.

Diversos e interesantes trabajos se han escrito sobre el tema desde hace más de 100 años (OMM, 1957; Gray, 1968; Dunn & Millar, 1969; Rubiera *et al.*, 2006), demostrando la importancia de tener un estudio completo desde el punto de vista estadístico. Como ejemplo de lo anterior en Cuba aparecen las investigaciones de Limia *et al.*, (2003), donde se analiza el período de 1800 a 1999. En estas se ofrece toda una climatología por provincias, dando las zonas de formaciones principales y se hace un estudio de la tendencia por territorios. En el artículo de Pérez *et al.*, (2001), enmarcado en el período 1801 al 2000, se estudian los huracanes más intensos y desastrosos que han afectado a nuestro país, con un cálculo del período de retorno de aquellos catalogados como grandes. Este mismo conjunto de autores en el año 2000 (Pérez *et al.*, 2000) muestran una climatología de los ciclones tropicales que han afectado a las

provincias habaneras, donde se calcula el período de retorno para los huracanes intensos (HI), entiéndase los categorías 3, 4 y 5 de la escala Saffir – Simpson (Tabla 1) para la clasificación de los Huracanes (Simpson, 1974), sumándosele la investigación “Cronología de los Ciclones Tropicales en la provincia de Villa Clara” (Machado *et al.*, 2008), el análisis de la Cronología de los Huracanes de Cuba actualizada (Pérez, 2013) y más recientemente la cronología de afectación de huracanes a las Isla de la Juventud y los daños ocasionados (Soler *et al.*, 2017). Tales estudios constituyen los antecedentes nacionales básicos de esta investigación.

El objetivo principal de este estudio es actualizar la cronología de los huracanes que han afectado con su entorno más cercano a su centro a la provincia de Ciego de Ávila entre los años 1851 al 2017; dando seguimiento y validando los resultados obtenidos en el proyecto de investigación “Climatología de los ciclones tropicales en la provincia de Ciego de Ávila (Cuba) en el período 1851-2005” (Córdova *et al.*, 2007). A demás tiene como objetivo específico obtener nuevamente y de forma actualizada los periodos de retorno. De esta forma las instituciones decidoras en la provincia tendrán elementos para la toma de decisiones y disminuir por tanto la vulnerabilidad ante estos fenómenos mediante un pronóstico más certero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para analizar la incidencia de los huracanes a la provincia se realizó un estudio de las trayectorias de aquellos huracanes cuyo centro cruzaron a una distancia predeterminada del centro geométrico de la provincia a estudiar de

Tabla 1. Escala de Saffir – Simpson para la clasificación de los Huracanes (Simpson, 1974)

Categoría	Presión central (hpa)	Viento máximo sostenido (km/h.)
1	≥ 980	119 – 153
2	965 - 979	154 – 177
3	945 - 964	178 – 208
4	920 - 944	209 – 251
5	≤ 919	≥ 252

150 km de radio de una circunferencia. Por ser estos los huracanes que su centro se movió sobre o muy cercano algún punto terrestre de la geografía de la provincia. Lo anterior responde a que Ciego de Ávila es la segunda provincia más estrecha de Cuba, pero desde el punto de visto político administrativo tiene bajo su jurisdicción cayos tanto al norte como al sur del territorio. Estos son los Jardines del Rey por el norte y los Jardines de la Reina por el sur, en los cuales existen importantes intereses turísticos, económicos y medio ambientales.

Los datos para el estudio se extrajeron fundamentalmente de los archivos del sitio webs: <http://www.nhc.noaa.gov/>, la Base de Datos de Huracanes del Atlántico "Hurdat2" (Landsea, 2014) y la Cronología de los Huracanes de Cuba actualizada (Pérez, 2013). También se contó con diversas cronologías de ciclones tropicales realizadas en el país, (Ortiz, 1994; Rodríguez, 1976; Pérez et al., 2001; Machado et al., 2008) y con datos de las estaciones meteorológicas de la provincia y del archivo del Centro Meteorológico Provincial. Las series consideradas abarcan el período entre 1851 al 2017. Período este que se hace coincidir también con los resultados del proyecto anteriormente citado (Córdova et al., 2007).

Esta investigación difiere con anteriores cronologías hechas en Cuba (Rodríguez, 1976; Ortiz, 1994; Pérez et al., 2001; Pérez, 2013) en cantidad e intensidad de los huracanes que han afectado a Ciego de Ávila, debido a que el criterio de selección de estas cronologías se basa fundamentalmente en aquellos huracanes que hayan cruzado sobre un territorio o sobre los mares adyacentes (cerca de sus costas) y produjeran Vientos máximos sostenidos (media de 1 minuto) ≥ 118 Km/h (64 nudos) estimados a partir de la racha máxima registrada o una presión mínima ≤ 990 hPa, así como daños a la vegetación más débil. Siendo el criterio de selección de nuestro estudio que el centro del huracán pase dentro de un radio de 150 km de circunferencia, el cual abarca la cayería norte y sur (Figura 1). Cayerías estas que contribuyen a

que en algunos casos los resultados no coincidan con cronologías precedentes.

Un ejemplo de lo anterior es el caso del huracán Ike de septiembre del año 2008, este huracán aparece en la cronología de Pérez (2013), como que afecto a la provincia como una tormenta tropical. En esta investigación lo damos como categoría 1, tal y como se recoge en el resumen de temporada ciclónica del año 2008 realizada por el Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET, 2008). Este huracán cruzo por los cayos del sur de la provincia de Ciego de Ávila pertenecientes al archipiélago Jardines de la Reina, ubicados en el Golfo de Ana María (Figura 2).

Todo lo anterior se tuvo en cuenta debido a que alrededor del centro o en su cercanía se encuentran los efectos meteorológicos más destructivos de un huracán. Al ser afectada una región determinada por este centro o sus alrededores la magnitud destructiva dura más en el tiempo y por lo tanto los daños son mayores, que si esa región es afectada por las zonas externas de estos organismos meteorológicos.

La importancia del tema es elevar la percepción del riesgo en la población y en los decisores de la provincia, el cual era bajo antes del paso del huracán Irma categoría 5 en el mes de septiembre del año pasado. Debido que el criterio que existía era que a la provincia de Ciego de Ávila los huracanes no la afectaban directamente y que su centro pasaba muy lejos. Por lo tanto esta investigación demuestra que el territorio si es impactado por la trayectoria de estos organismos ciclónicos y contribuirá a una mejor exactitud en los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo, así como en la elaboración de los planes contra catástrofe en los Consejos de Defensa a todos los niveles territoriales de la provincia, municipios y consejos populares.

En el cálculo de los períodos de retorno se utilizaron leyes de probabilidad asociadas a variables aleatorias discretas, es decir la distribución de Poisson y la décima de ajuste Chi-cuadrado; estas se usan para la modelación

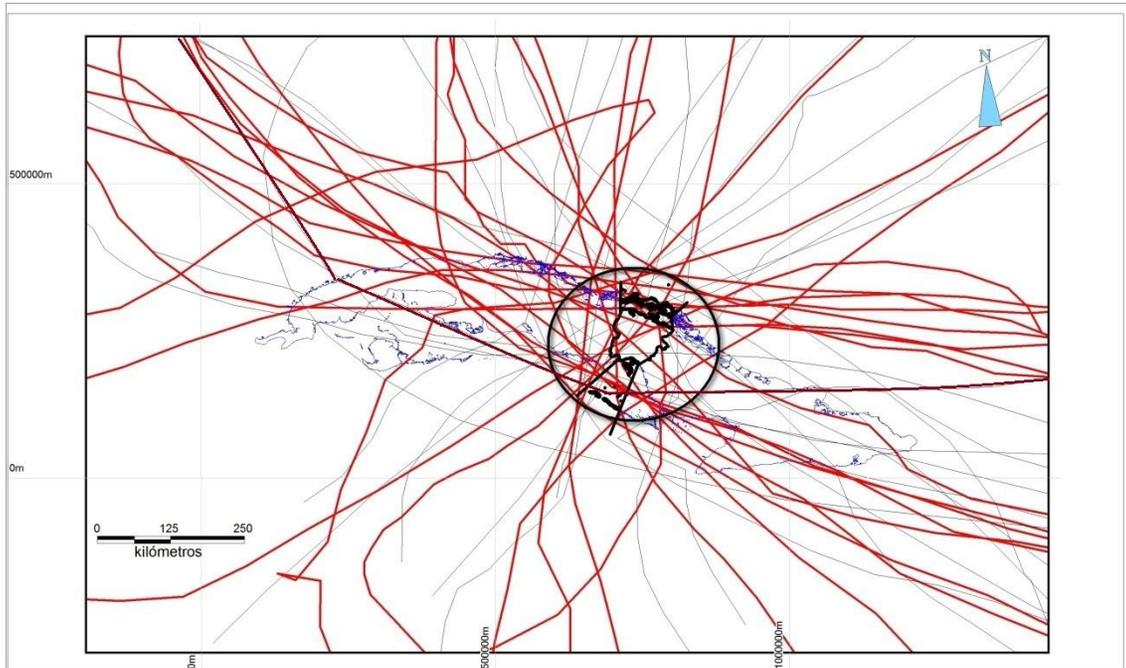


Figura 1. Segmentos de trayectorias de los huracanes que afectaron a Ciego de Ávila (1851 – 2017). Los huracanes están representados con la línea roja gruesa y el resto de los ciclones tropicales con la línea gris delgada

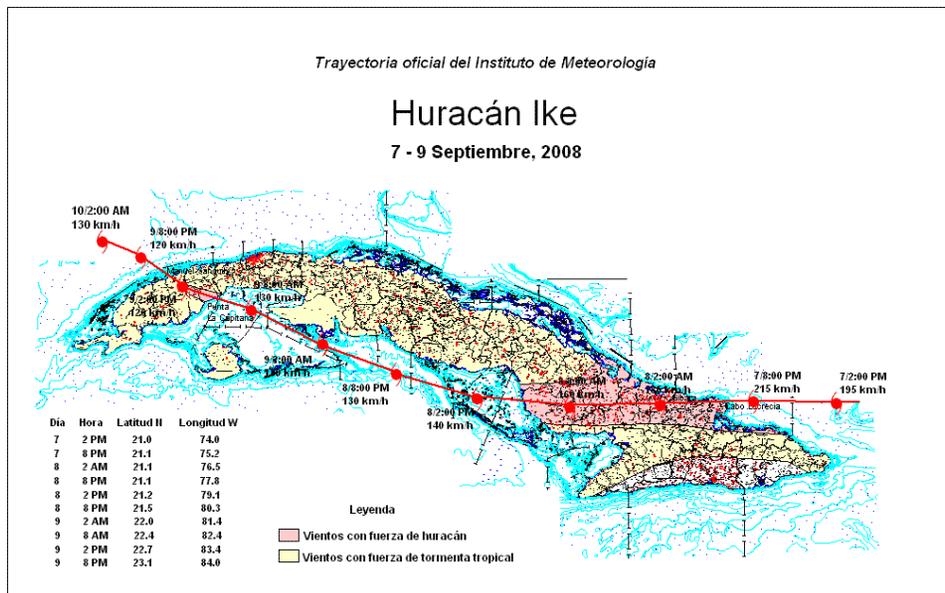


Figura 2. Mapa oficial de la trayectoria oficial del huracán Ike elaborado en el Instituto de Meteorología de Cuba. Fuente: Resumen de temporada ciclónica del año 2008. INSMET, 2008

de los ciclones tropicales, ya que son fenómenos que tienen una pequeña probabilidad de ocurrencia en series hiperanuales con un largo período observacional, y a la independencia estocástica inherente en la evolución por temporadas, (Hernández *et al.*, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La provincia de Ciego de Ávila en el periodo estudiado fue afectada por un total de 24 huracanes de ellos 16 categoría 1 en la escala Saffir/Simpson y un solo huracán categoría 5,

este fue Irma el día 9 de septiembre del 2017 en horas de la madrugada. Los meses de mayor afectación son septiembre y octubre con 9 y 6 huracanes respectivamente, en junio no se han presentado ([Tabla 2](#)).

A continuación se muestra la Cronología de Huracanes de la provincia de Ciego de Ávila, con información específica sobre fecha e intensidad de afectación ([Tabla 3](#)).

En este periodo de estudio la década con mayor frecuencia fue la de los años 1880 al 1889 cuando la provincia tuvo la presencia de 4 huracanes, 2 categoría 1 y 1 huracán categoría 2 y otro 3. La afectación de 2 huracanes en un mismo año ocurrió solo 1 vez, en el año 1886 y casualmente en el mismo mes de agosto con un categoría 1 y otro categoría 2.

Es de destacar que el plazo de tiempo mayor en no recibir la provincia un huracán fue de 32 años desde el año 1900 al 1931.

Los huracanes intensos (categorías 3, 4, y 5) corresponde el 25 % del total de huracanes en incidir en la provincia. Los de mayor presencia son los huracanes categoría 1, los cuales representan el 66,6 %.

Cronológicamente solo un huracán categoría intensa ocurrió en el siglo XIX (1888 categoría 3), 4 en el siglo XX (1932 categoría 4, 1933 categoría 3, 1950 categoría 3 y 1960 categoría 4). En este siglo XXI los 2 únicos huracanes intensos son el Dennis como categoría 4 e Irma en el 2017 categoría 5.

Al ser Irma el único categoría 5 en afectar a la provincia ([Figura 3](#)) le daremos algunos datos de interés de los registros de nuestras estaciones meteorológicas ([Tabla 4](#)). Es de destacar el viento máximo sostenido registrado en la estación meteorológica 78347 (Falla) de 230 km/h con una racha de 256 km/h de componente suroeste y la lluvia más importante acumulada en la estación de Cayo Coco 78339 con 339,8 mm en 24 horas.

Modelación estadística y cálculo de los períodos de retorno

En las [tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11](#) se utilizaron leyes de probabilidad asociadas a variables

aleatorias discretas, es decir la distribución de Poisson y la décima de ajuste Chi-cuadrado; estas se usan para la modelación de los ciclones tropicales. En las mismas $f_o(k)$ es la frecuencia observada, $pe(k)$ es la probabilidad estimada, χ^2 es el valor del estadígrafo Chi cuadrado para la décima de bondad del ajuste, $Q(k)$ es la suma acumulada de las probabilidades estimadas y $T(k)$ es el período de retorno estimado en años, se señalan en rojo para su fácil ubicación en cada una de las tablas.

La variable aleatoria F que cuenta el número de huracanes/año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017) se distribuye según una ley de Poisson $P(f)$ de parámetro estimado, ver [ecuaciones 1 y 2](#).

La variable aleatoria B que cuenta el número de huracanes intensos / año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017) se distribuye según una ley de Poisson $P(b)$ de parámetro estimado, ver [ecuaciones 3 y 4](#).

La variable aleatoria N que cuenta el número de huracanes (categoría 1)/año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017) se distribuye según una ley de Poisson $P(n)$ de parámetro estimado, ver [ecuaciones 5 y 6](#).

La variable aleatoria M que cuenta el número de huracanes (categoría 2)/año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017) se distribuye según una ley de Poisson $P(m)$ de parámetro estimado, ver [ecuaciones 7 y 8](#).

La variable aleatoria S que cuenta el número de huracanes (categoría 3)/año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017) se distribuye según una ley de Poisson $P(m)$ de parámetro estimado, ver [ecuaciones 9 y 10](#).

La variable aleatoria R que cuenta el número de huracanes (categoría 4)/año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017) se distribuye según una ley de Poisson $P(r)$ de parámetro estimado, ver [ecuaciones 11 y 12](#).

La variable aleatoria G que cuenta el número de huracanes (categoría 5)/año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017) se distribuye según una ley de Poisson $P(g)$ de parámetro estimado, ver [ecuaciones 13 y 14](#).

Tabla 2. Distribución mensual y por categorías de los ciclones tropicales que han afectado a la provincia Ciego de Ávila (1851-2017), según la escala de Saffir – Simpson

Meses	Huracán categoría 1 (H1)	Huracán categoría 2 (H2)	Huracán categoría 3 (H3)	Huracán categoría 4 (H4)	Huracán categoría 5 (H5)
Junio					
Julio				1	
Agosto	4	1			
Septiembre	5		2	1	1
Octubre	6				
Noviembre	1	1		1	
Total	16	2	2	3	1

Tabla 3. Lista cronológica de todos los huracanes que han afectado a la provincia de Ciego de Ávila desde 1851 hasta el 2017. Antes de 1950 los huracanes no eran formalmente nombrados

Nombre	Fecha de afectación	Categoría de afectación
Sin nombre	20 de agosto de 1851	H1
Sin nombre	27 de agosto de 1856	H1
Sin nombre	13 de septiembre 1875	H1
Sin nombre	5 de septiembre de 1882	H1
Sin nombre	17 de agosto de 1886	H1
Sin nombre	22 de agosto de 1886	H2
Sin nombre	4 de septiembre 1888	H3
Sin nombre	23 de septiembre de 1894	H1
Sin nombre	19 de octubre de 1897	H1
Sin nombre	29 de octubre de 1899	H1
Sin nombre	9 de noviembre de 1932	H4
Sin nombre	1 de septiembre de 1933	H3
Sin nombre	6 de noviembre de 1942	H1
Sin nombre	12 de octubre 1945	H1
King	17 de octubre de 1950	H1
Donna	9 de septiembre de 1960	H4
Cleo	26 de agosto de 1964	H1
Inez	1 de octubre de 1966	H1
Kate	19 de noviembre de 1985	H2
Lili	17 de octubre 1996	H1
Georges	24 de septiembre de 1998	H1
Dennis	8 de julio de 2005	H4
Ike	8 de septiembre de 2008	H1
Irma	9 de septiembre de 2017	H5
Total 24		

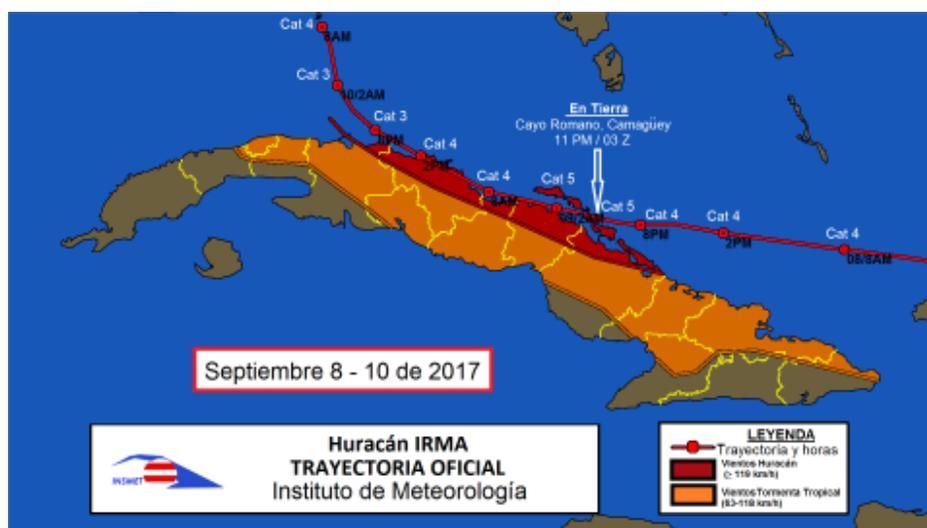


Figura 3. Mapa oficial de la trayectoria del huracán Irma elaborado en el Instituto de Meteorología de Cuba. Fuente: Informe del Huracán Irma sobre Cuba, INSMET 2017

Tabla 4. Resumen del huracán Irma sobre la provincia Ciego de Ávila en la madrugada del día 9 de septiembre del 2017

Variables	78339 Cayo Coco	78347 Falla	78346 Venezuela	78345 Júcaro
Presión mínima al nivel del mar y hora en que se registró	933,1 hPa 1:20 a.m	959,8 hPa 2:50 a.m	981.3 hPa 03:00 a.m	984.3 hPa 03:03 a.m
Lluvia en 24 horas, desde las 12 UTC del día 9 hasta 12 UTC del día 10 de septiembre 2017 en milímetros	339,8	250.4	190.9	178.6
Viento máximo: dirección, fuerza (media en 10 minutos) y hora en km/h	NNE: 170: 01:00 a.m	SW: 230: 03:20 a.m	SSW: 77: 04:00 a.m	SSW: 80: 03:00 a.m
Racha máx: dirección, fuerza y hora en km/h	NE: 194: 01:11 a.m	SW: 256: 03:35 a.m	SSW: 115: 03:55 a.m	WSW: 144: 02:40 a.m
Valor más bajo				
Calma, si se registró al paso del centro	20 km/h día 9 a las 02:38 a.m del SE-S	No se reporto	No se reporto	No se reporto

Leyenda: hPa (Hetopascal) unidad de medida de la presión atmosférica en superficie, NNE dirección del viento en rumbo del norte nordeste, NE dirección del viento en rumbo del nordeste, SW dirección del viento en rumbo del suroeste, SSW dirección del viento en rumbo del sur suroeste, WSW dirección del viento en rumbo del oeste suroeste, SE dirección del viento en rumbo del sudeste, S dirección del viento en rumbo del sur

Tabla 5. Cálculos para el ajuste de una ley de Poisson a la variable aleatoria discreta F que cuenta el número de huracanes/año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017)

<i>k (clase)</i>	<i>f_o(k)</i>	<i>p_e(k)</i>	<i>Frecuencia Esperada</i> $\chi^2 = 0.32$	<i>Q(k)</i>	<i>T(k)</i>
0 H/año	144	0.866136662	7	0.866136662	---
1 H/año	22	0.12447473	21.89	0.990611392	7.47
2 H/año	1	0.008944292	0.68	0.999555684	106.51

El modelo $P(f)$ se ajusta con coeficientes de confianza de 95%.

Tabla 6. Cálculos para el ajuste de una ley de Poisson a la variable aleatoria discreta B que cuenta el número de huracanes intensos/año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017)

<i>k (clase)</i>	<i>f_o(k)</i>	<i>p_e(k)</i>	<i>Frecuencia Esperada</i> $\chi^2 = 0.27$	<i>Q(k)</i>	<i>T(k)</i>
0 HI/año	161	0.964709611	7	0.964709611	---
1 HI/año	6	0.034660226	5.73	0.999369837	28.34

El modelo $P(b)$ se ajusta con coeficientes de confianza de 95%.

Tabla 7. Cálculos para el ajuste de una ley de Poisson a la variable aleatoria discreta N que cuenta el número de huracanes (categoría 1) /año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017)

<i>k (clase)</i>	<i>f_o(k)</i>	<i>p_e(k)</i>	<i>Frecuencia Esperada</i> $\chi^2 = 0.17$	<i>Q(k)</i>	<i>T(k)</i>
0 H1/año	151	0.90863811	7	0.90863811	---
1 H1/año	16	0.087055148	15.83	0.995693258	10.95

El modelo $P(n)$ se ajusta con coeficientes de confianza de 95%.

Tabla 8. Cálculos para el ajuste de una ley de Poisson a la variable aleatoria discreta M que cuenta el número de huracanes (categoría 2) /año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017)

<i>k (clase)</i>	<i>f_o(k)</i>	<i>p_e(k)</i>	<i>Frecuencia Esperada</i> $\chi^2 = 0.31$	<i>Q(k)</i>	<i>T(k)</i>
0 H2/año	165	0.98809538	7	0.98809538	---
1 H2/año	2	0.011833478	1.69	0.999928857	84.0

El modelo $P(m)$ se ajusta con coeficientes de confianza de 95%.

Tabla 9. Cálculos para el ajuste de una ley de Poisson a la variable aleatoria discreta S que cuenta el número de huracanes (categoría 3) /año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017)

<i>k (clase)</i>	<i>fo(k)</i>	<i>pe(k)</i>	<i>Frecuencia Esperada</i> $\chi^2 = 0.31$	<i>Q(k)</i>	<i>T(k)</i>
0 H3/año	165	0.98809538	7	0.98809538	---
1 H3/año	2	0.011833478	1.69	0.999928857	84.0

El modelo $P(s)$ se ajusta con coeficientes de confianza de 95%.

Tabla 10. Cálculos para el ajuste de una ley de Poisson a la variable aleatoria discreta R que cuenta el número de huracanes (categoría 4) /año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017)

<i>k (clase)</i>	<i>fo(k)</i>	<i>pe(k)</i>	<i>Frecuencia Esperada</i> $\chi^2 = 0.30$	<i>Q(k)</i>	<i>T(k)</i>
0 H4/año	164	0.98219632	7	0.98219632	---
1 H4/año	3	0.017644245	2.7	0.999840565	56.17

El modelo $P(r)$ se ajusta con coeficientes de confianza de 95%.

Tabla 11. Cálculos para el ajuste de una ley de Poisson a la variable aleatoria discreta G que cuenta el número de huracanes (categoría 5) /año que azotaron a la provincia de Ciego de Ávila (1851-2017)

<i>k (clase)</i>	<i>fo(k)</i>	<i>pe(k)</i>	<i>Frecuencia Esperada</i> $\chi^2 = 0.32$	<i>Q(k)</i>	<i>T(k)</i>
0 H5/año	166	0.994029869	7	0.994029869	---
1 H5/año	1	0.005952275	0.68	0.999982143	167.5

El modelo $P(g)$ se ajusta con coeficientes de confianza de 95%.

$$L = \#Huracanes / \#Total \text{ de Años} = 24/167 = 0.14 \approx (0.1 \text{ H/año}) \quad (1)$$

$$P(f) = e^{-0.14} \times 0.14^f / f! \quad \text{para } f = 0, 1, 2 \quad (2)$$

$$L = \#Huracanes \text{ intensos} / \#Total \text{ de Años} = 6/167 = 0.04 \approx (0.05 \text{ HI/año}) \quad (3)$$

$$P(b) = e^{-0.04} \times 0.04^b / b! \quad \text{para } b = 0, 1 \quad (4)$$

$$L = \#Huracanes \text{ categoria } 1 / \#Total \text{ de Años} = 16/167 = 0.10 \approx (0.1 \text{ H1/año}) \quad (5)$$

$$P(n) = e^{-0.10} \times 0.10^n / n! \quad \text{para } n = 0, 1 \quad (6)$$

$$L = \#Huracanes \text{ categoria } 2 / \#Total \text{ de Años} = 2/167 = 0.01 \approx (0.01 \text{ H2/año}) \quad (7)$$

$$P(m) = e^{-0.01} \times 0.01^m / m! \quad \text{para } m = 0, 1 \quad (8)$$

$$L = \#Huracanes \text{ categoria } 3 / \#Total \text{ de Años} = 2/167 = 0.01 \approx (0.01 \text{ H3/año}) \quad (9)$$

$$P(s) = e^{-0.01} \times 0.01^s / s! \quad \text{para } s = 0, 1 \quad (10)$$

$$L = \#Huracanes \text{ categoria } 4 / \#Total \text{ de Años} = 3/167 = 0.02 \approx (0.02 \text{ H4/año}) \quad (11)$$

$$P(r) = e^{-0.02} \times 0.02^r / r! \quad \text{para } r= 0, 1 \quad (12)$$

$$L = \#Huracanes \text{ categoria } 5 / \#Total \text{ de Años} = 1/167 = 0.01 \approx (0.01 \text{ H5/año}) \quad (13)$$

$$P(g) = e^{-0.01} \times 0.01^g / g! \quad \text{para } g= 0, 1 \quad (14)$$

Los ciclones tropicales, son fenómenos característicos que satisfacen los postulados del modelo de Poisson, debido a la pequeña probabilidad de ocurrencia en series hiperanuales con un largo período observacional, y a la independencia estocástica inherente en la evolución por temporadas.

CONCLUSIONES

- Los huracanes que más afectan a la provincia de Ciego de Ávila son los categoría 1, de un total de 24 huracanes 16 son de esta categoría, lo que representando el 66,6 %. Los huracanes intensos corresponde el 25,0 %.
- Solo ha sido afectada por un categoría 5, el cual fue Irma el pasado años 2017 en el mes de septiembre.
- Los meses de mayor afectación son septiembre y octubre con 9 y 6 huracanes respectivamente, en junio no se han presentado.
- En este periodo de estudio la década con mayor frecuencia fue la de los años 1890 al 1899 cuando la provincia tuvo la presencia de 4 huracanes, tres categoría uno y un huracán categoría 3.
- El plazo de tiempo mayor en no recibir la provincia un huracán fue de 32 años desde el año 1900 al 1931.
- La afectación de dos huracanes en un mismo año ocurrió solo una vez, en el año 1886 y casualmente en el mismo mes de agosto con un categoría 1 y otro categoría 2.
- El periodo de retorno para la afectación de un huracán de cualquier categoría a la provincia es de 7,47 años, el de un intenso es de 28,34 años y de un categoría 5 es cada 167,5 años. El periodo de retorno para ser afectado por dos huracanes en un mismo año es de 115.52.

AGRADECIMIENTOS

A todos los observadores meteorológicos de Cuba, en especial a los de las 4 estaciones meteorológicas de Ciego de Ávila, los cuales con mucho esfuerzo y dedicación son los héroes anónimos que bajo el azote de huracanes están midiendo y transmitiendo los datos meteorológicos que contribuyen al trabajo operativo de los especialistas de pronóstico, marítima y clima, a la salva guarda de vidas humanas, intereses económicos y permiten confeccionar estos tipo de estudios.

REFERENCIAS

- Comunicación Personal (1985): Comunicación Personal de la Defensa Civil de la Provincia Villa Clara.
- Córdova, O., A. Valdés., A. Mursuli (2007): "Climatología de los ciclones tropicales en la provincia de Ciego de Ávila (Cuba) en el período 1851-2005". Revista del Aficionado a la Meteorología (RAM). Nro. 2. Octubre. Madrid, España. [Consulta 30 de noviembre del 2017]. Disponible en internet: <http://www.meteored.com/ram/?p=86#more-86>
- Dunn, G. & B. Miller (1969). "Atlantic Hurricanes". Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias. Instituto del Libro, La Habana, Cuba.326 pp.
- Gray, W. (1968). "Global view of the Origin of Tropical Disturbances and Storms". Monthly Weather Review, volume 96, number 10. 670-700 pp.
- Hernández N, R. Vega, R, Casals. (2002): "Estudios de los sistemas meteorológicos que han afectado a Baracoa por penetraciones del mar e inundaciones costeras". Revista Cubana de Meteorología, 9(2): 58-69, ISSN: 0864-151X.

- INSMET. (2017). Informe del Huracán Irma sobre Cuba, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba, 15 p. (Inédito).
- INSMET. (2008). Resumen de temporada ciclónica del año 2008. [Consulta 30 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLAS&TB1=TEMPORADA&TB2=/Temporadas/temporada2008.html#home>
- Landsea, C., J. Franklin & J. Beven (2014). "The revised Atlantic hurricane database (HURDAT2)". April 2014. The National Hurricane Center (NHC), Miami, Florida, USA. [Consulta 4 de septiembre de 2016]. Disponible en internet: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/hurdat/newhurdat-format.pdf>
- Limia, Miria, Vega., R. Pérez. (2003). "Climatología de los ciclones tropicales que han afectado a Cuba y sus provincias". En Memorias del Congreso Iberoamericano de Meteorología. La meteorología y el desarrollo sostenible, Ciudad de la Habana, Cuba, 3 de marzo al 7 de marzo de 2003, publicación electrónica en CD.
- Machado, A., I. Domínguez., J. Viera. (2008). "Cronología de los Ciclones Tropicales en la provincia de Villa Clara". Revista de Veterinaria de Cuba. [Consulta el 23 de enero del 2018]. Disponible en internet: http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B/0310B_CM04.pdf.
- NHC (NATIONAL HURRICANE CENTER). [Consulta: el 14 de enero del 2018]. Disponible en internet: <http://www.nhc.noaa.gov/>
- OMM (1957). Seminario sobre los Huracanes del Caribe. Auspiciado por el Gobierno de República Dominicana, la Administración de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial. Ed. Librería Dominicana, Ciudad Trujillo, República Dominicana. 398 pp
- Ortiz, R (1994). "Trayectorias de los ciclones tropicales del Atlántico". Instituto de Meteorología, CITMA, 76 pp.
- Pérez, R. (2013). "Cronología de los Huracanes de Cuba". Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba. 7 pp.
- Pérez, R., R. Vega & M. Limia (2000). "Los ciclones tropicales que han afectado a las provincias de ciudad de La Habana y La Habana". Boletín de la Sociedad Meteorológica de Cuba [en línea]. Volumen 6, No 1, Art 3-1, enero 2000. [Consulta 12 abril 2016]. Disponible en internet: http://www.insmet.cu/sometcuba/boletin/v07_n01/espanol/art_3-1.htm
- Pérez, R., R. Vega & M. Limia (2001). "Los huracanes más intensos y desastrosos de Cuba en los últimos dos siglos". Boletín de la Sociedad Meteorológica de Cuba [en línea]. Volumen 7, No 2, Art 3-1, enero 2001. [Consulta 26 septiembre 2016]. Disponible en internet: http://www.insmet.cu/sometcuba/boletin/v07_n01/espanol/art_3-1.htm
- Rodríguez Ramírez, M (1976). "Cronología clasificada de los huracanes que han azotado a Cuba hasta 1975". UDICT, Instituto de Meteorología, 7 pp. La Habana.
- Rubiera, J., C. González, M. Ballester, M. Llanes, A. Caymares, Y. Gimeno, E. Mojena. (2006). "Curso sobre Ciclones Tropicales". Edit. Academia. La Habana, Cuba. 32 pp.
- SIMPSON, R.H (197). The hurricane disaster potential scale. Weatherwise. USA 27, pp. 169-186.
- Soler, E., R. Pérez, R. Borrego, D. Pérez (2017). "Huracanes que afectaron a la Isla de la Juventud. Cronología desde 1791 a 2015". Revista Cubana de Meteorología, 23(2): 164-177, ISSN: 0864-151X.

NOTA: Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

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