

Comparación preliminar entre fuentes de información de descargas eléctricas I: estaciones meteorológicas y sensores terrestres

Dra. Lourdes Álvarez Escudero

Lic. Anisbel León Marcos

Lic. Adrián Luis Ferrer Hernández

Centro de Física de la Atmósfera

Instituto de Meteorología

lourdes.alvarez@insmet.cu



INTRODUCCIÓN

MUERTE POR FULGURACIÓN

Periodo: 1987 – 2012

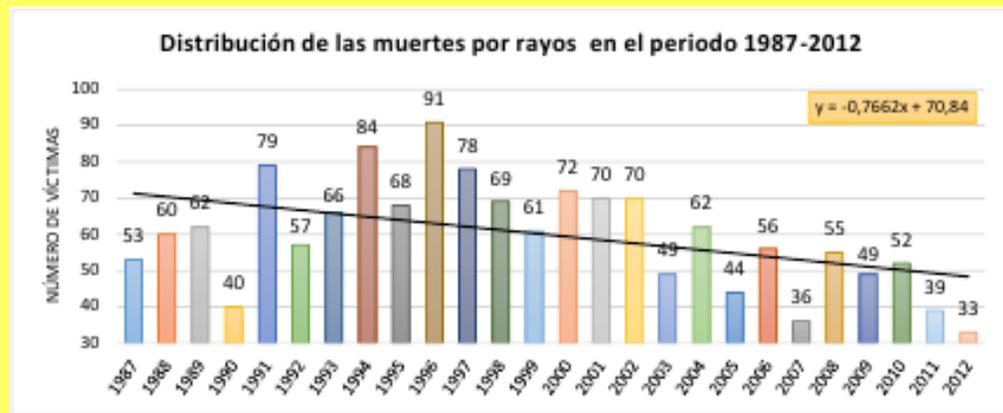
Total : 1555 decesos

Promedio: 60 decesos al año

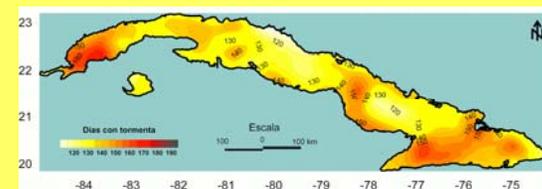
Máximo: 1996 (91 víctimas)

Mínimo: 2007 (36 víctimas)

(Valderá & García, 2018)



AFECTACIONES A LA ECONOMÍA



FUENTES DE INFORMACIÓN

CÓDIGO DE ESTADO DE TIEMPO PRESENTE (WW)

CÓDIGO DE ESTADO DE TIEMPO PASADO (W)

EARTH NETWORK LIGHTNING SENSOR (ENLS) (2018)



Ubicación Estación Meteorológica de Casablanca, La Habana

Exactitud de la localización <250m

Eficiencia de la detección

Nube - tierra 95%

Nube - nube 85%

Alcance - 400 km

Precisión temporal < 15 nanosegundos

Emisión de la información cada 2 seg

PARÁMETROS

Hora (UTC)

Latitud

Longitud

Polaridad (positiva o negativa)

Pico de la corriente (A)

Clasificación de la descarga eléctrica (nube - nube / nube - tierra)

Número de sensores que detectaron la descarga eléctrica (entre 5 y 25)

Multiplicidad de las descargas eléctricas

Altura de las descargas eléctricas del tipo nube - nube

OBJETIVO

Realizar una comparación muy preliminar de los reportes de tormentas eléctricas en Cuba determinadas a partir de los registros de las estaciones meteorológicas y de los registros de la estación Earth-Network (EN).

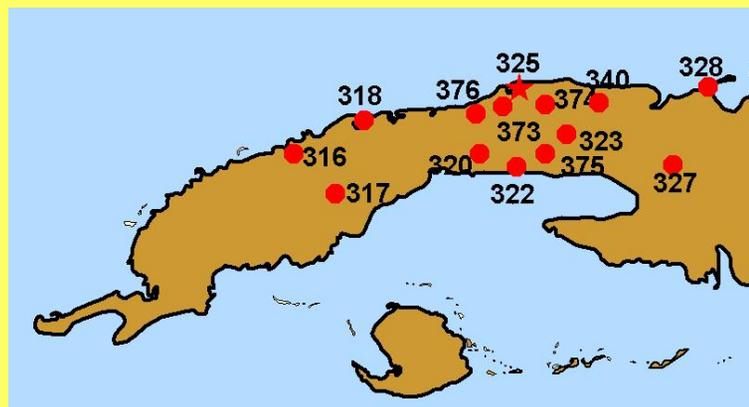
MATERIALES Y MÉTODOS

Datos de ENTLN

Periodo de estudio: 20 - 30 de agosto de 2018

Región de estudio: Zona occidental de Cuba, en especial las provincias de La Habana, Artemisa y Mayabeque y oeste de Matanzas

Estaciones meteorológicas en el área de estudio: 14 [(316) La Palma, (317) Paso Real de San Diego, (318) Bahía Honda, (320) Güira de Melena, (376) Bauta, (322) Batabanó, (323) Güines, (340) Bainoa, (374) Tapaste, (375) Melena del Sur, (325) Casablanca, (373) Santiago de las Vegas, (327) Unión de Reyes, (328) Varadero]



Se calculó la **densidad de descargas por km²** y la **intensidad promedio** (en Amperes) para un círculo de 12 km de radio centrado en las localizaciones de las estaciones meteorológicas

Clasificación por rangos de los valores de las variables WW, W1 y Densidad total de descargas e Intensidad según ENTLN

Variable	Código	Criterio de clasificación
Densidad total de descargas e Intensidad según ENTLN	0	Valor igual a cero
	1	Por debajo de la media para cada estación
	2	Igual o por encima de la media para cada estación
WW	0	no hay tormenta
	1	Código 17
	2	Código 29, 90, 91, 95, 96, 97, 99
W1	0	no hay tormenta
	1	Código 9

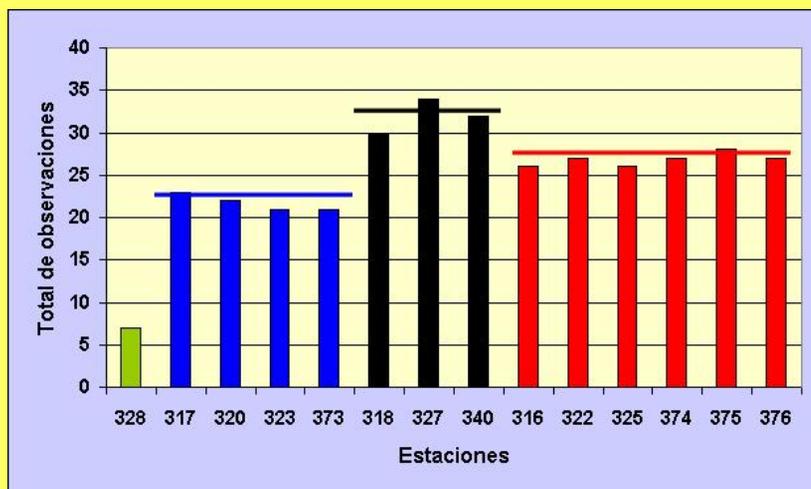
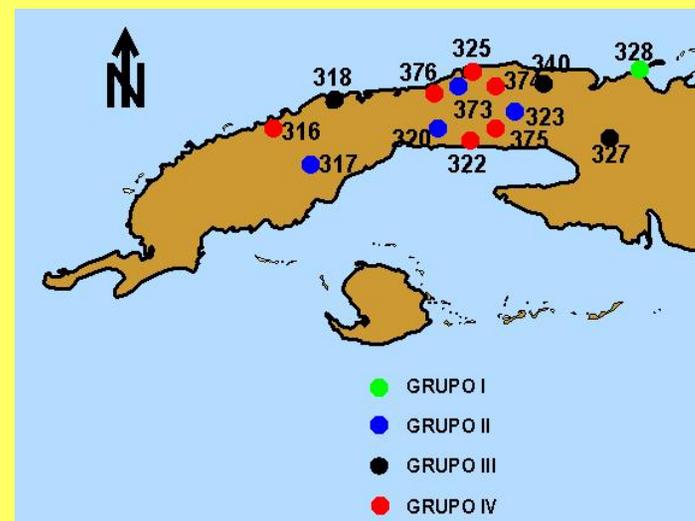
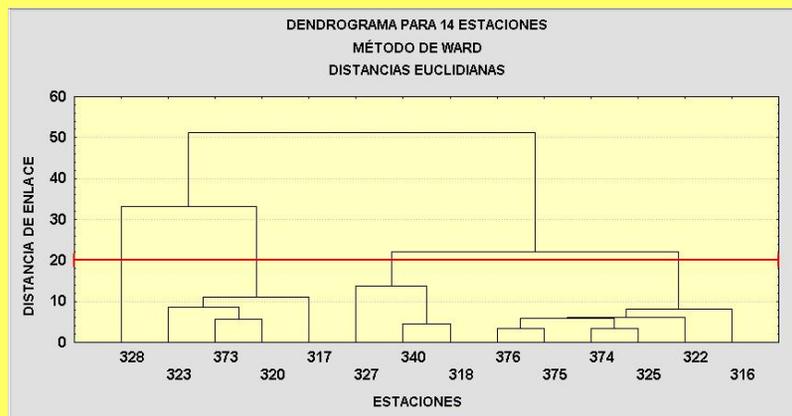
Con los resultados de la clasificación se realizó un análisis de cluster jerárquico mediante la evaluación de un dendrograma que considera como variables los valores de código de WW, W1 y Densidad total de descargas e Intensidad según ENTLN y como individuos las estaciones meteorológicas en estudio. Se usaron distancias euclidianas y como método de enlace el de varianza mínima o método de Ward. La distancia de enlace asumida para la diferenciación de grupos se escogió tal que la medida entre elementos de un mismo grupo sea menor que la que hay entre grupos o clusters y en este caso fue de 20

Definiciones de criterios para la prueba de veracidad

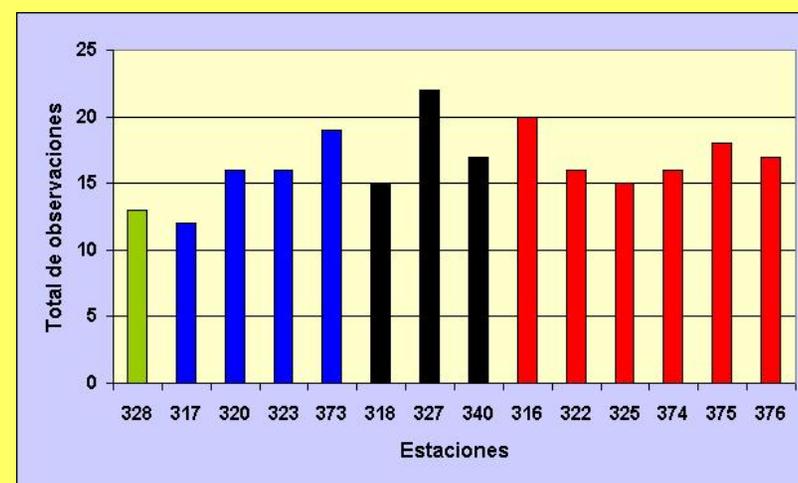
Criterio	Parámetro registrado por ENTLN (Densidad de descargas)	Detección de la tormenta según WW y/o W1
Verdaderos Positivos (VP)	≠ 0	si
Falsos Positivos (FP)	≠ 0	no
Verdaderos Negativos (VN)	0	no
Falsos Negativos (FN)	0	si

$$\% \text{ de aciertos} = \frac{VP + VN}{VP + FP + VN + FN} \times 100$$

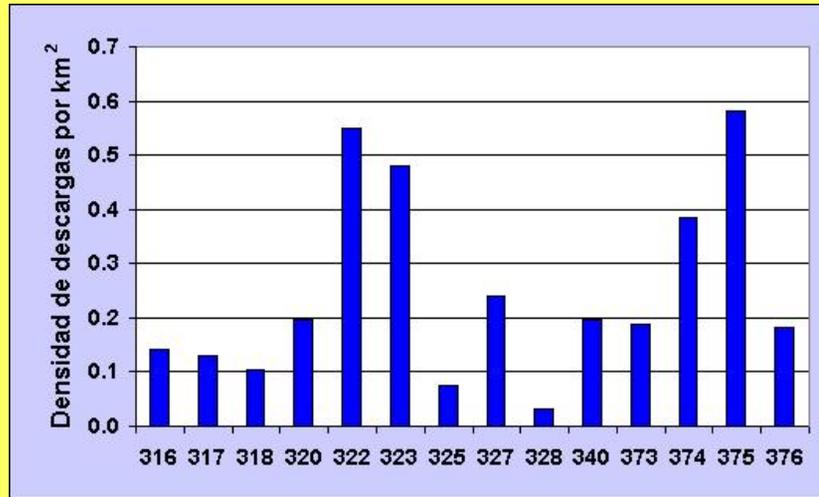
RESULTADOS



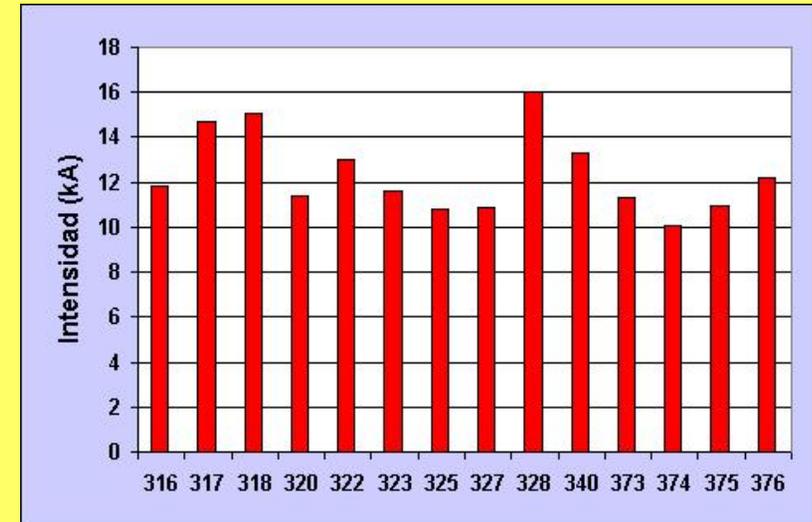
Cantidad de observaciones de tiempo pasado que registraron tormentas



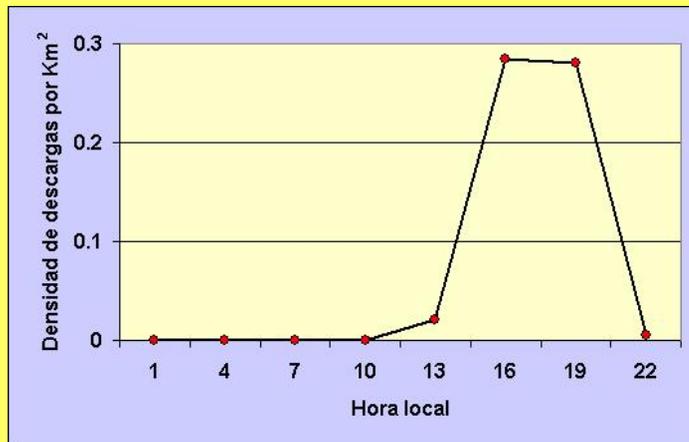
Cantidad de observaciones desiguales de cero de Densidad total de descargas según ENT LN



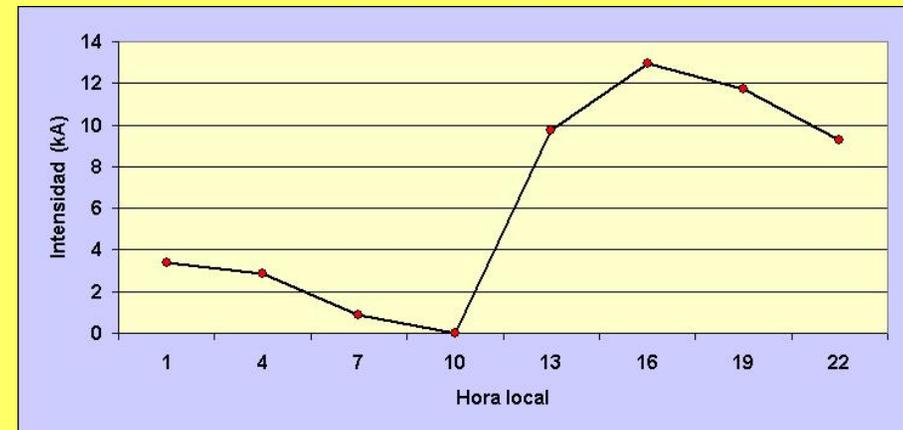
Densidad de descargas por km2 promedio (DDP)



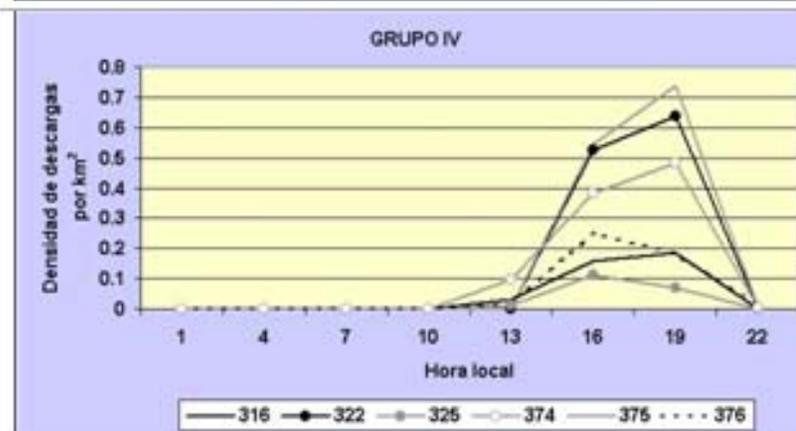
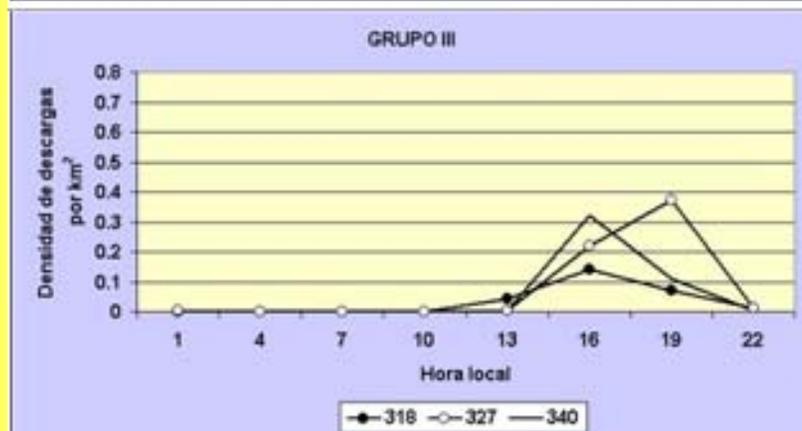
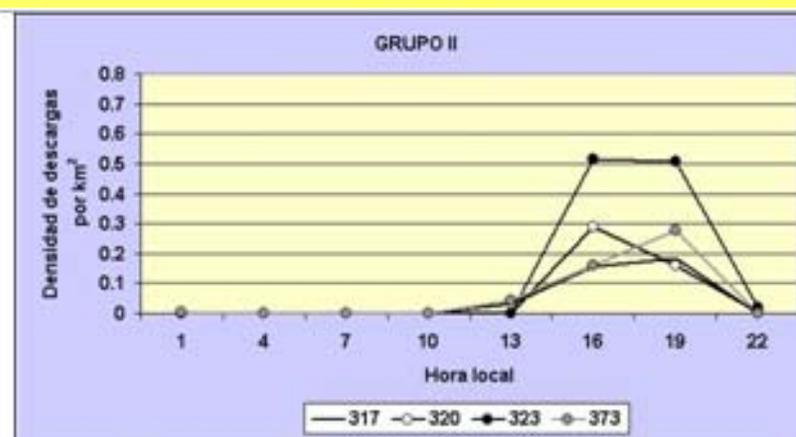
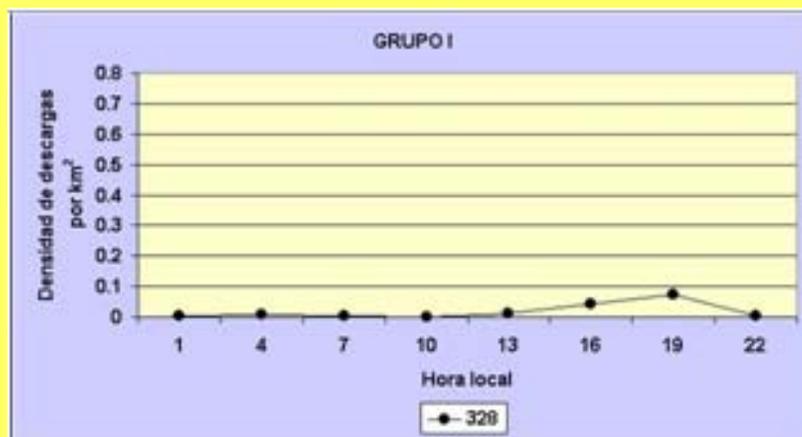
Intensidad promedio (IP)



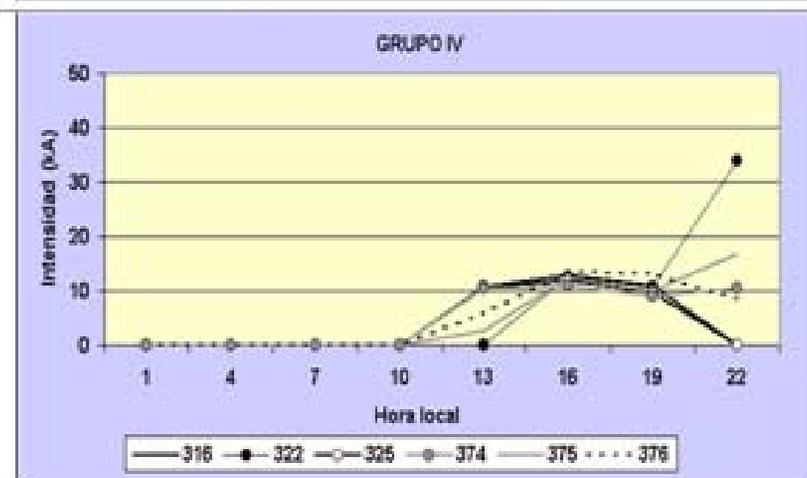
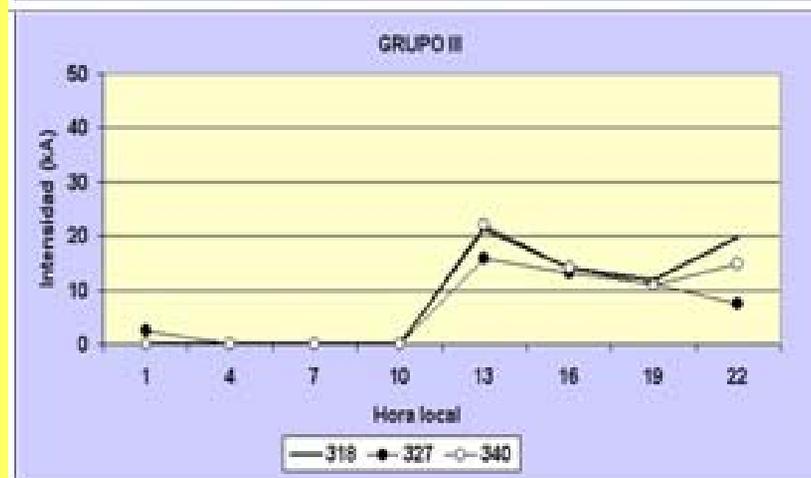
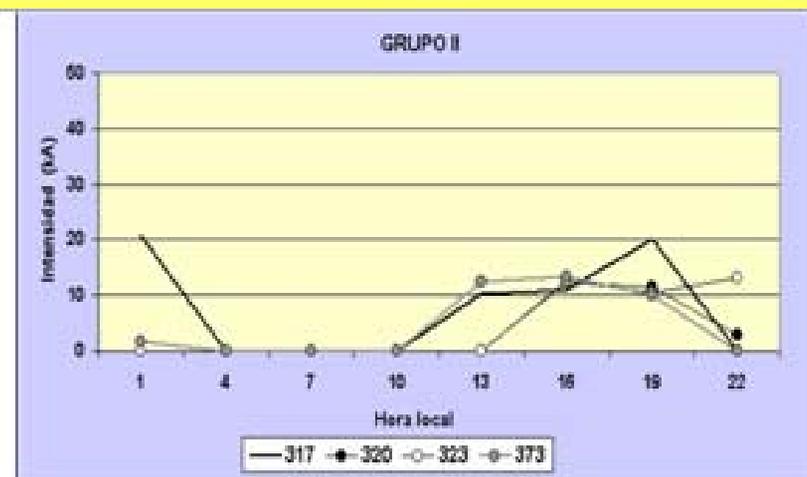
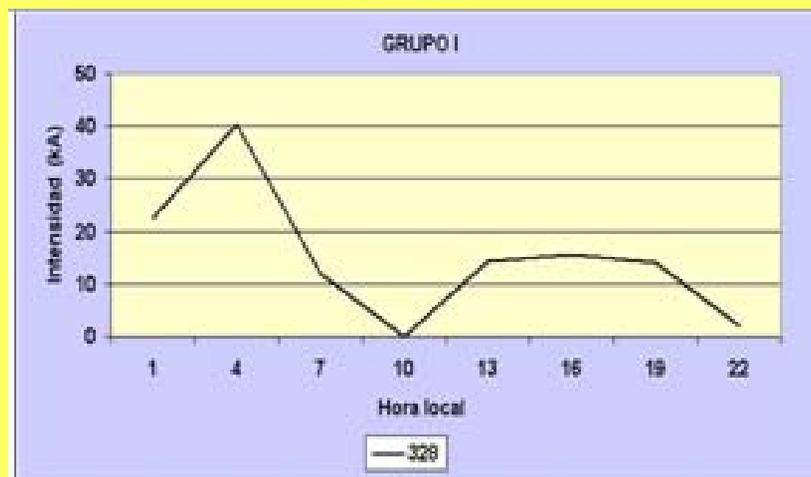
Marcha diaria de la DDP para todas las estaciones



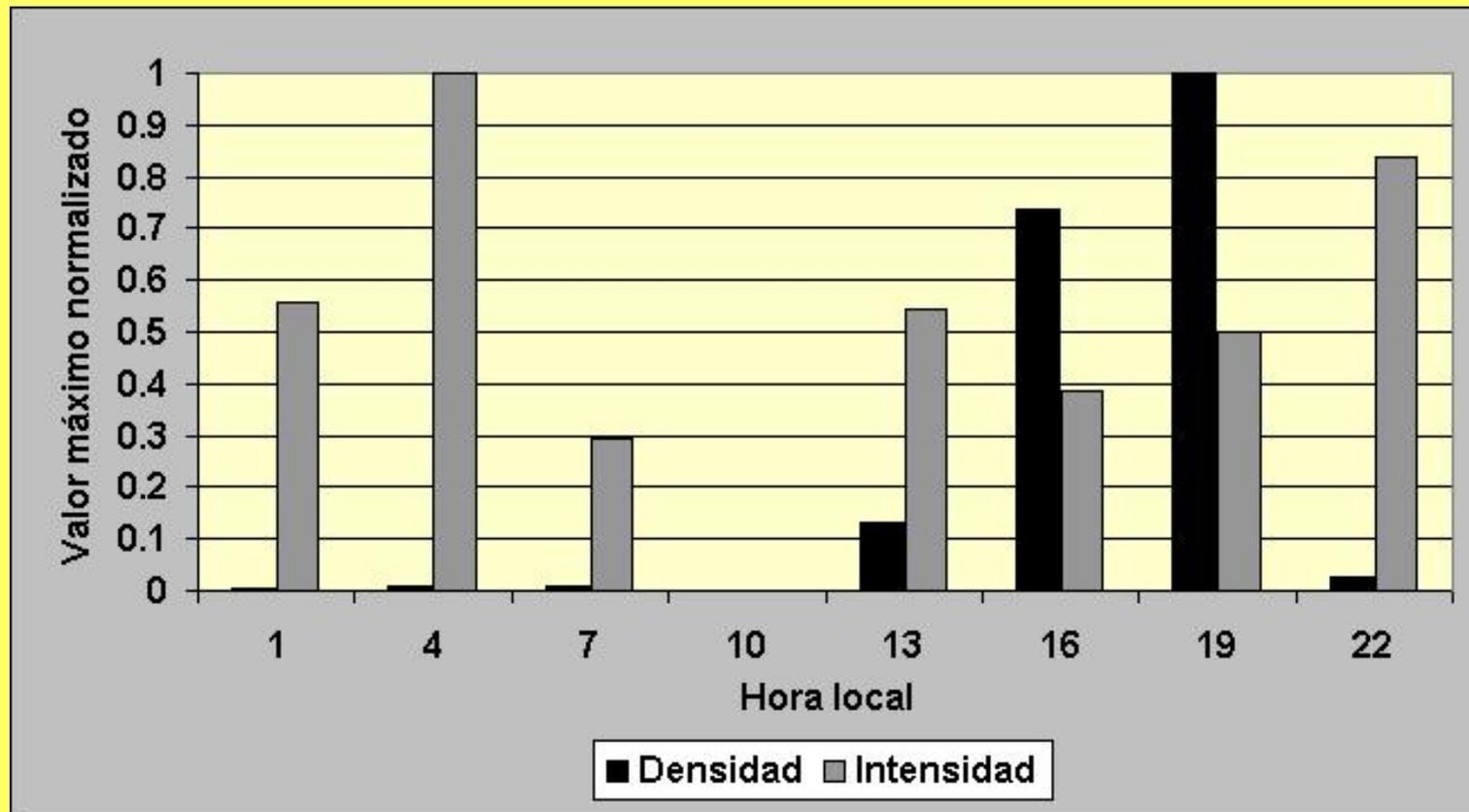
Marcha diaria de la IP para todas las estaciones



Marcha diaria de la densidad de descargas por km² promedio para cada una de las estaciones meteorológicas en estudio



Marcha diaria de la intensidad media de descargas para cada una de las estaciones meteorológicas en estudio

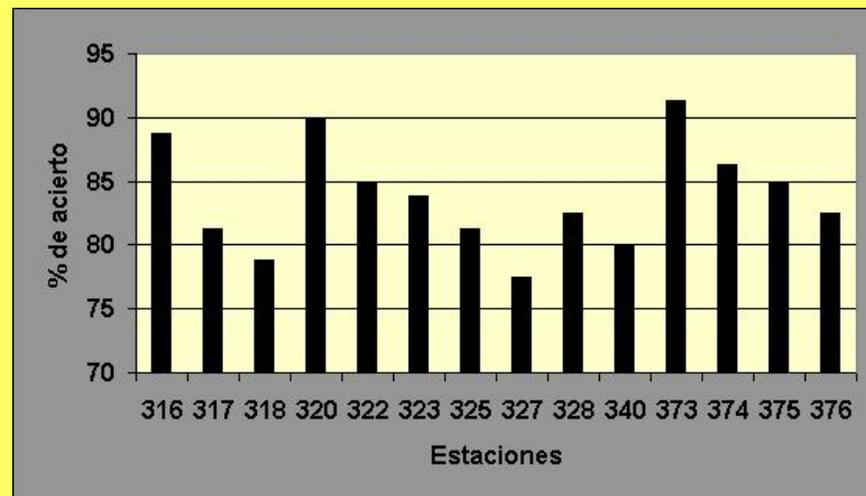


Comparación de las marchas diarias de los valores normalizados de densidad por km² máximo e intensidad máxima para todas las estaciones en estudio

Estación	VP	FP	VN	FN
78316	19	1	52	8
78317	10	2	55	13
78318	14	1	49	16
78320	15	1	57	7
78322	16	0	52	12
78323	12	4	55	9
78325	13	2	52	13
78327	19	3	43	15
78328	3	10	63	4
78340	17	0	47	16
78373	17	2	56	5
78374	16	0	53	11
78375	17	1	51	11
78376	15	2	51	12
Total	203	29	736	152
Promedio	14.5	2.1	52.6	10.8
% del Total	18	2	66	14

El porcentaje de aciertos tiene un promedio para todas las estaciones de 84 y el mayor valor lo alcanza la estación de Santiago de la Vegas (78373) con un destacado 91.3%. El valor más bajo de aciertos es para la estación Unión de Reyes (78327) con 77.5%

PRUEBAS DE VERACIDAD



CONCLUSIONES

- La variable que más discrimina la ocurrencia de tormentas de las estaciones en estudio es el código de estado de tiempo pasado y los diferentes grupos obtenidos no muestran un agrupamiento espacial definido.
- Hay cuatro estaciones con valores altos de densidad de descargas que son: Batabanó (78322), Güines (78323), Tapaste (78374) y Melena del Sur (78375) donde es máximo con un valor de 0.58 descargas por km². Los valores más bajos se presentan en las estaciones de Bahía Honda (78318), Casablanca (78325) y Varadero (78328) donde es mínimo con solo 0.03 descargas por km².
- Las intensidades registran los valores más altos en las estaciones de densidades más bajas, así el mayor valor se alcanza para la estación Varadero (78328) con 16 kA y el menor se alcanzó para la estación de Tapaste con 10 kA.
- Los horarios de la tarde son los que presentan los valores más altos de densidad de descargas por km², con máximos a las 16 y 19 hora local con alrededor de 0.2 descargas por km².
- La intensidad promedio de las descargas aunque es máxima en la tarde y primeras horas de la noche también presenta valores apreciables en las primeras horas del día. El máximo absoluto para la marcha se alcanza a las 16 hora local.
- El porcentaje de aciertos presenta un promedio para todas las estaciones de 84 y el mayor valor lo alcanza la estación de Santiago de la Vegas (78373) con 91.3% y el más bajo para la estación Unión de Reyes (78327) con 77.5%.

CONCLUSIONES

- La variable que más discrimina la ocurrencia de tormentas de las estaciones en estudio es el código de estado de tiempo pasado y los diferentes grupos obtenidos no muestran un agrupamiento espacial definido.
- Hay cuatro estaciones con valores altos de densidad de descargas que son: Batabanó (78322), Güines (78323), Tapaste (78374) y Melena del Sur (78375) donde es máximo con un valor de 0.58 descargas por km^2 . Los valores más bajos se presentan en las estaciones de Bahía Honda (78318), Casablanca (78325) y Varadero (78328) donde es mínimo con solo 0.03 descargas por km^2
- Las intensidades registran los valores más altos en las estaciones de densidades más bajas, así el mayor valor se alcanza para la estación Varadero (78328) con 16 kA y el menor se alcanzó para la estación de Tapaste con 10 kA.
- Los horarios de la tarde son los que presentan los valores más altos de densidad de descargas por km^2 , con máximos a las 16 y 19 hora local con alrededor de 0.2 descargas por km^2 .
- La intensidad promedio de las descargas aunque es máxima en la tarde y primeras horas de la noche también presenta valores apreciables en las primeras horas del día. El máximo absoluto para la marcha se alcanza a las 16 hora local.
- El porcentaje de aciertos presenta un promedio para todas las estaciones de 84 y el mayor valor lo alcanza la estación de Santiago de la Vegas (78373) con 91.3% y el más bajo para la estación Unión de Reyes (78327) con 77.5%,

CONCLUSIONES

- La variable que más discrimina la ocurrencia de tormentas de las estaciones en estudio es el código de estado de tiempo pasado y los diferentes grupos obtenidos no muestran un agrupamiento espacial definido.
- Hay cuatro estaciones con valores altos de densidad de descargas que son: Batabanó (78322), Güines (78323), Tapaste (78374) y Melena del Sur (78375) donde es máximo con un valor de 0.58 descargas por km². Los valores más bajos se presentan en las estaciones de Bahía Honda (78318), Casablanca (78325) y Varadero (78328) donde es mínimo con solo 0.03 descargas por km².
- Las intensidades registran los valores más altos en las estaciones de densidades más bajas, así el mayor valor se alcanza para la estación Varadero (78328) con 16 kA y el menor se alcanzó para la estación de Tapaste con 10 kA.
- Los horarios de la tarde son los que presentan los valores más altos de densidad de descargas por km², con máximos a las 16 y 19 hora local con alrededor de 0.2 descargas por km².
- La intensidad promedio de las descargas aunque es máxima en la tarde y primeras horas de la noche también presenta valores apreciables en las primeras horas del día. El máximo absoluto para la marcha se alcanza a las 16 hora local.
- El porcentaje de aciertos presenta un promedio para todas las estaciones de 84 y el mayor valor lo alcanza la estación de Santiago de la Vegas (78373) con 91.3% y el más bajo para la estación Unión de Reyes (78327) con 77.5%,

CONCLUSIONES

- La variable que más discrimina la ocurrencia de tormentas de las estaciones en estudio es el código de estado de tiempo pasado y los diferentes grupos obtenidos no muestran un agrupamiento espacial definido.
- Hay cuatro estaciones con valores altos de densidad de descargas que son: Batabanó (78322), Güines (78323), Tapaste (78374) y Melena del Sur (78375) donde es máximo con un valor de 0.58 descargas por km². Los valores más bajos se presentan en las estaciones de Bahía Honda (78318), Casablanca (78325) y Varadero (78328) donde es mínimo con solo 0.03 descargas por km².
- Las intensidades registran los valores más altos en las estaciones de densidades más bajas, así el mayor valor se alcanza para la estación Varadero (78328) con 16 kA y el menor se alcanzó para la estación de Tapaste con 10 kA.
- Los horarios de la tarde son los que presentan los valores más altos de densidad de descargas por km², con máximos a las 16 y 19 hora local con alrededor de 0.2 descargas por km².
- La intensidad promedio de las descargas aunque es máxima en la tarde y primeras horas de la noche también presenta valores apreciables en las primeras horas del día. El máximo absoluto para la marcha se alcanza a las 16 hora local.
- El porcentaje de aciertos presenta un promedio para todas las estaciones de 84 y el mayor valor lo alcanza la estación de Santiago de la Vegas (78373) con 91.3% y el más bajo para la estación Unión de Reyes (78327) con 77.5%,

CONCLUSIONES

- La variable que más discrimina la ocurrencia de tormentas de las estaciones en estudio es el código de estado de tiempo pasado y los diferentes grupos obtenidos no muestran un agrupamiento espacial definido.
- Hay cuatro estaciones con valores altos de densidad de descargas que son: Batabanó (78322), Güines (78323), Tapaste (78374) y Melena del Sur (78375) donde es máximo con un valor de 0.58 descargas por km². Los valores más bajos se presentan en las estaciones de Bahía Honda (78318), Casablanca (78325) y Varadero (78328) donde es mínimo con solo 0.03 descargas por km².
- Las intensidades registran los valores más altos en las estaciones de densidades más bajas, así el mayor valor se alcanza para la estación Varadero (78328) con 16 kA y el menor se alcanzó para la estación de Tapaste con 10 kA.
- Los horarios de la tarde son los que presentan los valores más altos de densidad de descargas por km², con máximos a las 16 y 19 hora local con alrededor de 0.2 descargas por km².
- La intensidad promedio de las descargas aunque es máxima en la tarde y primeras horas de la noche también presenta valores apreciables en las primeras horas del día. El máximo absoluto para la marcha se alcanza a las 16 hora local.
- El porcentaje de aciertos presenta un promedio para todas las estaciones de 84 y el mayor valor lo alcanza la estación de Santiago de la Vegas (78373) con 91.3% y el más bajo para la estación Unión de Reyes (78327) con 77.5%,

CONCLUSIONES

- La variable que más discrimina la ocurrencia de tormentas de las estaciones en estudio es el código de estado de tiempo pasado y los diferentes grupos obtenidos no muestran un agrupamiento espacial definido.
- Hay cuatro estaciones con valores altos de densidad de descargas que son: Batabanó (78322), Güines (78323), Tapaste (78374) y Melena del Sur (78375) donde es máximo con un valor de 0.58 descargas por km². Los valores más bajos se presentan en las estaciones de Bahía Honda (78318), Casablanca (78325) y Varadero (78328) donde es mínimo con solo 0.03 descargas por km².
- Las intensidades registran los valores más altos en las estaciones de densidades más bajas, así el mayor valor se alcanza para la estación Varadero (78328) con 16 kA y el menor se alcanzó para la estación de Tapaste con 10 kA.
- Los horarios de la tarde son los que presentan los valores más altos de densidad de descargas por km², con máximos a las 16 y 19 hora local con alrededor de 0.2 descargas por km².
- La intensidad promedio de las descargas aunque es máxima en la tarde y primeras horas de la noche también presenta valores apreciables en las primeras horas del día. El máximo absoluto para la marcha se alcanza a las 16 hora local.
- El porcentaje de aciertos presenta un promedio para todas las estaciones de 84 y el mayor valor lo alcanza la estación de Santiago de la Vegas (78373) con 91.3% y el más bajo para la estación Unión de Reyes (78327) con 77.5%

Álvarez-Escudero, L., León-Marcos, A. & Ferrer-Hernández, A. L. (2022). Comparación preliminar entre fuentes de información de descargas eléctricas I: estaciones meteorológicas y sensores terrestres. *Revista Cubana de Meteorología*, 28(3). Recuperado a partir de <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/647>.

¡Gracias por su atención!



INSTITUTO DE METEOROLOGÍA

Dra. Lourdes Álvarez Escudero
Investigadora, Profesora Titular
Centro de Física de la Atmósfera

AP. 17032, La Habana 17, C.P. 11700. Cuba

Tel. (537) 868 66 19

Fax: (537) 833 80 10

e-mail: lourdes.alvarez@insmet.cu