

Inundaciones costeras en Guantánamo Coastal flooding in Guantánamo

Enrique Perigó Roman ^{1*}, Nirian Laborde Castillo ², Amaury Machado Montes de Oca ³, Yudelmis Soler Pérez ¹, Yanneyis Rojas Díaz ¹, Ricardo Suárez Bustamante ⁴



<http://opn.to/a/n8Iqt>

¹Centro Meteorológico Provincial de Guantánamo, Guantánamo, Cuba.

²Centro Nacional de Pronósticos, Instituto de Meteorología, Cuba.

³Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara, Villa Clara, Cuba.

⁴Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA, Baracoa, Guantánamo, Cuba.

RESUMEN: Se presenta un estudio de las inundaciones costeras en la provincia Guantánamo durante el período 1960 - 2018, abarcando los sistemas meteorológicos generadores, zonas afectadas, y magnitud, homogeneizándola con las del resto del país. Se emplearon los resultados del proyecto territorial “*Estudio de las inundaciones costeras en la ciudad de Baracoa*”, los estudios de PVR concerniente a este fenómeno, y del proyecto nacional P211HL007 - 015 “*Procedimiento para la ejecución y uso de las observaciones del estado de la superficie marina desde estaciones costeras en la predicción del oleaje e inundaciones costeras en el territorio cubano*”, intercambios con pobladores de zonas costeras, archivos del CMP de Guantánamo, del INSMET, de la Defensa Civil y del CITMA en Baracoa, reportes de prensa, y los reanálisis NCEP/NCAR (National for Environmental Prediction/National Center for Atmosphere Research) de la NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration). Se concluye que las inundaciones costeras en la provincia son generadas por la afectación de anticiclones migratorios, la interacción de estos con bajas extratropicales, y por ciclones tropicales, siendo el litoral de Baracoa la zona más vulnerable. Los resultados pueden ser utilizados en elevar la percepción del riesgo que posee la población en cuanto a la afectación de inundaciones costeras, la actualización de los estudios de PVR de desastre relacionados con este peligro, así como en los planes de contingencia de los órganos del Gobierno y Defensa Civil como instrumento en la toma de decisiones y de enfrentamiento territorial al cambio climático contempladas en la tarea vida.

Palabras clave: inundaciones costeras, huracanes, anticiclones migratorios.

ABSTRACT: A study of the coastal floods is presented in the county Guantánamo during the period 1960 - 2018, embracing the systems meteorological generators, affected areas, and magnitude, homogenizing her with those of the rest of the country. The results of the territorial project “Study of the coastal floods was used in the city of Baracoa”, the studies of concerning PVR to this phenomenon, and of the national project “Procedure for the execution and use of the observations of the state of the marine surface from coastal stations in the prediction of the surf and coastal floods in the territory cuban”, exchanges with residents of coastal areas, files of the CMP of Guantánamo, of the INSMET, of the Civil Defense and of the CITMA in Baracoa, press reports, and the reanálisis NCEP/NCAR (National for Environmental Prediction/National Center for Atmosphere Research) of the NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration). You concludes that the coastal floods in the county are generated by the affectation of migratory anticyclones, the interaction of these with low extratropicales, and for tropical hurricanes, being the coast of Baracoa the most vulnerable area. The results can be used in the perception of the risk that the population possesses as for the affectation of coastal floods rising, the bring up to date of the studies of PVR of disaster related with this danger, as well as in the plans of contingency of the Government's organs and Civil Defense as instrument in the taking of decisions and of territorial confrontation to the climatic change contemplated in the task life.

Keywords: Coastal floods, hurricanes, anticyclones migratory.

*Autor para correspondencia: enrique.perigo@gtm.insmet.cu

Recibido: 30/03/2019

Aceptado: 25/06/2019

INTRODUCCIÓN

Los resultados del último estudio del grupo intergubernamental para el cambio climático (IPCC) contenido en su quinto informe ([Field, C.B et al., 2014](#)) sostienen la tendencia al aumento probable de la intensidad y la frecuencia de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, así como del nivel del mar de entre 26 y 82 cm para el año 2100, de concretarse los aumentos estimados en la concentración de los gases de efecto invernadero a nivel global. Este propio informe señala que todas esas transformaciones amenazan la propia existencia de los pequeños estados insulares, cuyos sistemas costeros y zonas bajas experimentarán cada vez más impactos adversos como inmersión, inundación costera y erosión costera. Modelaciones de estos escenarios futuros realizadas recientemente en nuestro país, arrojan incluso resultados más altos del ascenso del nivel del mar (29.3 cm en el 2050 y 95 cm en el 2100 (Parrado, 2019), con el consiguiente incremento del impacto en las zonas costeras.

Las inundaciones costeras en Cuba son generadas por la sobreelevación del nivel del mar y el oleaje, producido por huracanes y otros eventos meteorológicos extremos, representando un gran peligro por la destrucción que causan al patrimonio natural y el construido en la costa.

Además de las características batimétricas y pendiente del terreno de las zonas afectadas, debemos tener en cuenta que la sobreelevación del nivel del mar capaz de producir inundaciones costeras también depende del sistema meteorológico que las genera y su movimiento respecto a la línea costera ([Hidalgo et al., 2017](#))

Nuestra provincia no escapa a esta problemática, pues los resultados arrojados por los estudios de PVR concerniente a este peligro realizados en el 2011 ([Gómez et al., 2011](#)) evidenciaron que las inundaciones costeras inciden en mayor o menor medida en zonas costeras de 6 de sus 10 municipios, aunque las más afectadas por estos eventos se concentra en los municipios de Baracoa, San Antonio del Sur, Imías y Maisí.

En nuestro país son varios los estudios y análisis realizados sobre las inundaciones costeras en el litoral de Baracoa y las causas que la producen ([Hernández et al., 2002](#); [Machado et al., 2004](#); [Casals et al., 2016](#)) pero sobre las particularidades de las inundaciones que se producen en la costa sur de la provincia se ha escrito muy poco.

Por todo lo anterior la presente investigación persigue el objetivo de conformar un estudio más abarcador y detallado de las inundaciones costeras en la provincia Guantánamo, que además de identificar los sistemas meteorológicos generadores y sus particularidades, incluya también la magnitud que alcanzan, en total homogeneidad con las del resto del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las particularidades de las inundaciones costeras se determinaron mediante el intercambio sostenido con pescadores y pobladores de asentamientos costeros con exposición al mar, especialistas municipales del CITMA, reseñas de la prensa nacional y provincial, archivos de la Defensa Civil y del Centro Meteorológico de Guantánamo, así como del Centro Nacional de Meteorología Marina. Para la obtención y discriminación de las situaciones sinópticas que generaron estos eventos, duración y características, fueron utilizados datos de las estaciones meteorológicas de la provincia, mapas sinópticos y los Estados Generales del Tiempo (EGT) emitidos por el Centro Nacional de Pronósticos, del Instituto de Meteorología de la República de Cuba (Insmet), así como los reanálisis del NCEP/NCAR (*National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research*) a través del sitio web (<http://www.esrl.noaa.gov>). También se consultaron los archivos del Centro Nacional de Huracanes (<http://www.nhc.noaa.gov/data>) para determinar los ciclones tropicales que tuvieron un movimiento cercano a la zona costera objeto de estudio. La tipificación de los patrones sinópticos se realizó atendiendo a las trayectorias típicas de los sistemas sinópticos, la magnitud del evento y la época del año.

Breve descripción de la región de estudio

Guantánamo, la más oriental de las provincias de Cuba, está situada entre los 19°54', 20°30' de latitud norte y los 74°08', 75°30' de longitud oeste. Limita al norte con la provincia de Holguín y el Océano Atlántico, al sur con el Mar Caribe, al este con el Paso de los Vientos y al oeste con Santiago de Cuba. Cuenta con diez municipios, pero la mayor incidencia de inundaciones costeras se presenta en sectores costeros de 6 de ellos ([figura 1](#)).

Caracterización general de las costas de Guantánamo

Dentro de los tramos costeros cubanos, la provincia de Guantánamo está representada en dos de ellos:

- **Punta Maternillo - Punta Maisí:** Tramo costero con presencia de una plataforma estrecha y abierta a los vientos del primer cuadrante, lo que favorece la afectación por oleaje oceánico, que se desplaza por un largo fetch. El fuerte oleaje en esta zona es generado por la influencia de anticiclones migratorios, la interacción de estos con bajas extratropicales, así como por tormentas tropicales y huracanes (Hernández *et al.*, 2008; [Hidalgo et al., 2017](#)). En este tramo se

halla expuesto todo el litoral del municipio de Baracoa, así como el norte de Maisí. Las mayores inundaciones costeras en los sectores costeros de este tramo en la provincia ocurrieron en la ciudad de Baracoa al paso de los huracanes Ike (2008) y Matthew (2016).

- **Punta Maisí - Cabo Cruz:** Presenta la plataforma más estrecha del territorio cubano, la cual es abierta a los vientos del segundo y tercer cuadrante. No son frecuentes en el área los vientos fuertes en esta dirección, por lo cual los únicos eventos meteorológicos de gran peligrosidad que afectan a la zona son los ciclones tropicales. Las inundaciones reportadas en algunos asentamientos, ocurren fundamentalmente por oleaje y en menor medida, por el efecto de la surgencia (Hernández *et al.*, 2008; [Hidalgo et al., 2017](#)). En este tramo se incluye todo el litoral sur del municipio Maisí, así como de Imías, San Antonio del Sur, Caimanera y Niceto Pérez. Los mayores episodios de inundación en los sectores costeros de este tramo en la provincia se registraron durante los embates de los huracanes Sandy (2012) y Matthew (2016).

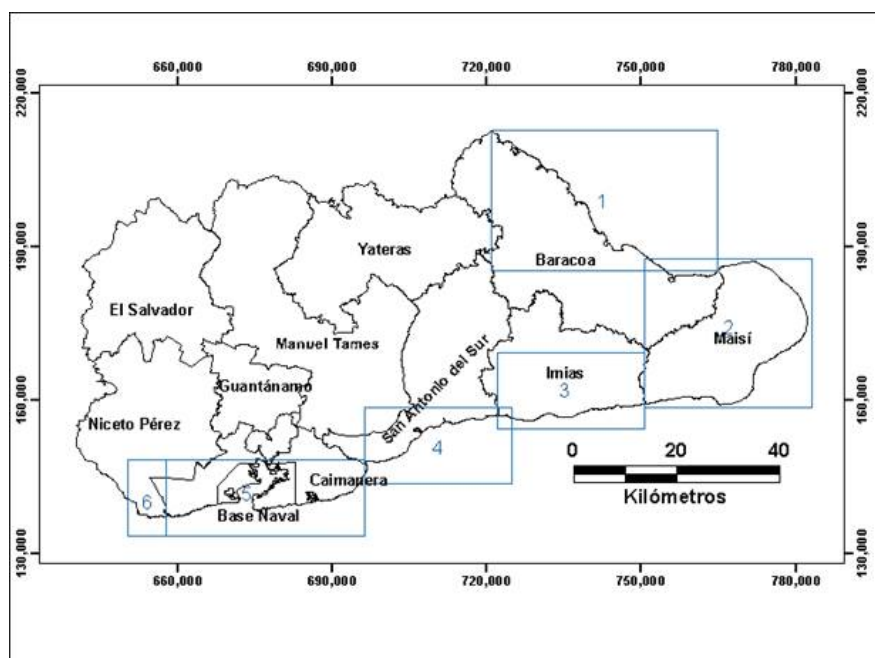


Figura 1. Sectores costeros de la provincia Guantánamo. Escala 1:25 000. ([Gómez et al., 2011](#)).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenómenos meteorológicos que generan inundaciones costeras en la provincia Guantánamo

El estudio arroja que en Guantánamo las inundaciones costeras son generadas por la afectación de ciclones tropicales en ambas costas, así como por anticiclones migratorios y la interacción de estos con bajas extratropicales en la costa norte, principalmente en el litoral del municipio Baracoa.

Nueva clasificación de las inundaciones costeras en Guantánamo

La clasificación de las inundaciones costeras ocurridas en la provincia, al igual que las del resto del país, se determinó en el marco de ya mencionado proyecto nacional P211HL007 - 015 ([Hidalgo et al., 2017](#)), siguiendo el criterio del alcance máximo horizontal del agua de mar tierra adentro y las características de los tramos costeros, como se muestra en la siguiente [tabla](#).

Tabla 1. Nueva clasificación de las inundaciones costeras en Guantánamo.

Clasificación	Costa norte	Costa sur
Ligeras	0 - 100m	0 - 50m
Moderadas	101 - 200m	51 - 100m
Fuertes	> 200m	> 100m

Cronología de las inundaciones costeras en la provincia de Guantánamo

Con la información consultada del período 1960 - 2018 se elaboró la cronología de las inundaciones costeras en Guantánamo, donde se describen los sistemas meteorológicos generadores, zonas afectadas y clasificación ó magnitud de las mismas. También se realizó una estratificación de dichas inundaciones costeras, deduciéndose que el 60,9% del total de inundaciones fuertes y moderadas fueron reportadas en el período septiembre - noviembre, mayoritariamente asociadas a la afectación de ciclones tropicales, aunque los dos casos del mes de noviembre fueron generados por la influencia de anticiclones migratorios en interacción con bajas extratropicales (ver [tablas 2 y 3](#)).

Reseña de los casos de inundaciones costeras fuertes

Caso No. 1:

1. **Fecha:** 13.Oct.1982.
2. **Fenómeno meteorológico que la generó:** La interacción de un anticiclón continental de 1020 hPa sobre la costa oriental de Norteamérica y una baja extratropical de 994 hPa con poco movimiento en el océano Atlántico, trajo consigo un gradiente de presión de 26 hPa, generando fuertes vientos con persistencia de más de 36 h; los trenes de olas llegaron hasta la región oriental del país por efecto del mar de leva, con alturas entre 4.0 y 5.0 m, ocasionando inundaciones costeras fuertes en el litoral de Baracoa.
3. **Particularidades de la inundación:** Las grandes olas producidas en el océano abierto se propagaron hacia la costa de Baracoa como mar de leva. Estas olas rompieron con fuerza sobre el muro del malecón y sobrepasan los 10 m de altura. El agua llegó hasta la calle Maceo y avanzó hasta las intersecciones. Se reportaron daños parciales y totales en viviendas, así como en la pista del aeropuerto Gustavo Rizo.

Caso No. 2:

1. **Fecha:** 19 -20.Mar.2008.
2. **Fenómeno meteorológico que la generó:** Un anticiclón migratorio de origen continental de 1036 hPa, localizado al este de Cabo Hatteras, Carolina del Norte, Estados Unidos, en interacción con una baja extratropical situada al sur de la isla Terranova y al sudeste de Nueva Escocia, aproximadamente en los 43 grados de latitud Norte y los 50 grados de longitud Oeste, la cual estuvo bloqueada en su movimiento durante 72 horas.
3. **Particularidades de la inundación:** La duración del evento se estimó en unas 60 horas, entre el 19 de marzo a las 00z y el 21 de marzo a las 12z, con el máximo el 20 de marzo. La dirección del oleaje provino todo el tiempo del nortenordeste, coincidiendo con la orientación

Tabla 2. Cronología de las inundaciones costeras en la provincia Guantánamo. Período 1960 - 2018.

No.	Fecha de ocurrencia	Sistema meteorológico	Zona afectada	Clasificación
1	04.Oct.1963	Huracán FLORA	Playa Imías, Cajobabo, Tacre, Playa Sabanalamar	Moderada
2	01.Sep.1979	Huracán DAVID	Malecón de Baracoa	Ligera
3	13.Oct.1982	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Litoral de Baracoa (zona del malecón y cales aledañas, Boca de Yumurí)	Fuerte
4	31.Ene.1988	Anticiclón migratorio	Litoral de Baracoa	Moderada
5	16.Mar.1993	Anticiclón migratorio	Litoral de Baracoa	Moderada
6	17.Oct.1994	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
7	18.Dic.1994	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
8	07.Feb.1996	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
9	30.Ago.1996	Huracán EDOUARD	Malecón de Baracoa	Ligera
10	17.Nov.1996	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
11	03.Abr.1997	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
12	03.Ene.1998	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
13	23.Sep.1998	Huracán GEORGES	Litoral de Baracoa Playa Imías, Tacre, Cajobabo, Playa Sabanalamar,	Moderada
14	02.Feb.1999	Anticiclón migratorio	Litoral de Baracoa	Moderada
15	20.Mar.2000	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Litoral de Baracoa	Moderada
16	15.Sep.2003	Huracán ISABEL	Litoral de Baracoa	Moderada
17	01.Mar.2004	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Litoral de Baracoa	Moderada
18	21.Sep.2004	Huracán JEANNE	Litoral de Baracoa	Moderada
19	11.Nov.2004	Anticiclón migratorio	Litoral de Baracoa	Moderada
20	28.Dic.2004	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
21	03.Ene.2005	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
22	07.Jul.2005	Huracán DENNIS	Bate - Bate, Cajobabo, Playa Imías, Playa Sabanalamar	Moderada
23	27.Ene.2006	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
24	13.Sep.2006	Huracán GORDON	Malecón de Baracoa	Ligera
25	05.Nov.2006	Anticiclón migratorio en interacción con una Baja Extratropical	Litoral de Baracoa	Moderada
26	30.Nov.2006	Anticiclón migratorio	Malecón de Baracoa	Ligera
27	05.Dic.2006	Anticiclón migratorio	Malecón de Baracoa	Ligera
28	28.Oct.2007	Tormenta tropical NOEL	Malecón de Baracoa	Ligera
29	12.Dic.2007	Tormenta tropical OLGA	Litoral de Baracoa	Moderada
30	19.Mar.2008	Anticiclón migratorio en combinación con una Baja Extratropical	Litoral de Baracoa	Fuerte
31	26.Mar.2008	Anticiclón migratorio en combinación con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
32	02.Abr.2008	Anticiclón migratorio en combinación con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
33	16.Ago.2008	Tormenta tropical FAY	Bate - Bate	Ligera

No.	Fecha de ocurrencia	Sistema meteorológico	Zona afectada	Clasificación
34	02.Sep.2008	Huracán HANNA	Litoral de Baracoa	Moderada
35	07.Sep.2008	Huracán IKE	Litoral de Baracoa (zona del malecón, Boca de Yumurí, Barigua, Nibujón, Cayo Güin)	Fuerte
36	01.Sep.2010	Huracán EARL	Malecón de Baracoa	Ligera
37	06.Nov.2010	Huracán TOMAS	Malecón de Baracoa	Ligera
38	13.Nov.2010	Anticiclón migratorio en combinación con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
39	23.Ago.2011	Huracán IRENE	Malecón de Baracoa	Ligera
40	25.Ago.2012	Tormenta tropical ISAAC	Malecón de Baracoa	Ligera
41	25.Oct.2012	Huracán SANDY	Bate - Bate, Boca de Jauco, Playa Imías, Playa Sabanalamar, Hatibonico	Fuerte
42	02.Oct.2015	Huracán JOAQUIN	Malecón de Baracoa y calles aledañas, Boca de Yumurí, Playa Boma	Moderada
43	04.Oct.2016	Huracán MATTHEW	Punta de Maisí, Punta Caleta, Boca de Jauco, Playa Blanca, Tacre, Cajobabo, Playa Imías, Playa Sabanalamar y el Bate - Bate. En el litoral de Baracoa: zona del malecón, Boca de Yumurí, Barigua y Bariguita	Fuerte
44	12.Oct.2016	Huracán NICOLE	Malecón de Baracoa	Ligera
45	09.Ene.2017	Anticiclón migratorio en combinación con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
46	05 - 06.Mar.2017	Anticiclón migratorio en combinación con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
47	08.Sep.2017	Huracán IRMA	Litoral de Baracoa	Moderada
48	22.Sep.2017	Huracán MARÍA	Boca de Yumurí	Ligera
49	07.Ene.2018	Anticiclón migratorio en combinación con una Baja Extratropical	Malecón de Baracoa	Ligera
50	27.Ene.2018	Anticiclón migratorio en combinación con una Baja Extratropical	Litoral de Baracoa	Moderada
51	04 -05.Mar.2018	Anticiclón migratorio en combinación con una Baja Extratropical	Litoral de Baracoa	Moderada

de los cañones profundos que atraviesan el Gran Banco de Las Bahamas. La zona costera de Baracoa fue afectada por olas que alcanzaron alturas entre 4.0 y 5.0m, que llegaron al litoral de Baracoa por mar de leva, provocando fuertes inundaciones costeras. La sobre elevación por rompimiento de oleaje alcanzo el quinto piso de los edificios enclavados en el lugar. Se evacuaron 811 personas, siendo afectadas 136 viviendas, una veintena de ellas con derrumbes totales. Los daños también fueron apreciables en sendos parques, terminal de ómnibus nacionales, consultoría jurídica, hotel La Rusa, oficina de

vectores, ESBU Julio Antonio Mella y en un mercado agropecuario. Casi medio kilómetro de pista del aeropuerto Gustavo Rizo quedo obstruido por rocas arrojadas por el mar, en tanto el círculo infantil cercano al malecón resultó virtualmente destruido por las fuerzas de las olas ([figura 2](#)).

Caso No. 3:

1. **Fecha:** 07.Sep.2008.
2. **Fenómeno meteorológico que la generó:** Huracán IKE. Desde el mediodía del 7 de septiembre comenzó a afectar la costa norte de

Tabla 3. Estratificación (número de casos por mes y magnitud alcanzada) de las inundaciones costeras registradas en la provincia Guantánamo. Período 1960 - 2018.

Meses	Fuertes	Moderadas	Ligeras	Total de Casos
Ene	0	2	5	7
Feb	0	1	1	2
Mar	1	4	2	7
Abr	0	0	2	2
Jul	0	1	0	1
Ago	0	0	4	4
Sep	1	6	4	10
Oct	3	2	3	8
Nov	0	2	4	6
Dic	0	1	3	4
Anual	5	18	28	51



Figura 2. Imágenes de las inundaciones costeras en Baracoa que generó esta situación meteorológica. la provincia (figura 3), generando un intenso oleaje y fuertes inundaciones costeras en el malecón de Baracoa y en los asentamientos de Boca de Yumurí, Barigua, Nibujón y Cayo Güin.

Las afectaciones por inundaciones costeras se produjeron en el litoral de Baracoa a causa de grandes olas que alcanzaron alturas de entre 8.0 a 9.0 m (ver figura 4).

3. Particularidades de la inundación: En la ciudad de Baracoa las penetraciones del mar comenzaron a las 11:30 am, y progresivamente el agua avanzó hasta la distancia de 400 metros, con fuertes golpes de agua que llegaron hasta la tercera planta de varios edificios cercanos a la costa, estimándose grandes olas de entre 8.0 a 9.0 m, como se muestra en la figura 5.

Caso No. 4:

1. **Fecha:** 25.Oct.2012.
2. **Fenómeno meteorológico que la generó:** Huracán SANDY. En la madrugada del 25 la cercanía a nuestro territorio del huracán SANDY (figura 6), produjo inundaciones costeras fuertes en la costa sur guantanamera, sobre todo en las localidades del “Bate - Bate”, municipio San Antonio del Sur (ver figura 7 a), b) y c)), interrumpiendo el tránsito vehicular; así como en Boca de Jauco, Maisí y en las playas Imías y Sabanalamar. Las penetraciones del mar también afectaron el área protegida Hatibonico, dañando la vegetación costera y dejando una estela de iguanas muertas (Alcolea, 2013).

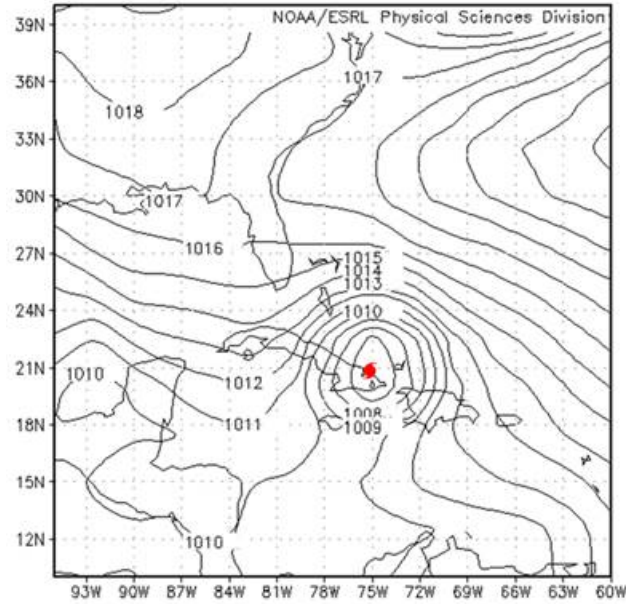


Figura 3. Reanálisis del campo de presión atmosférica (hPa) a nivel del mar del huracán “Ike” el 7 de septiembre de 2008. (<http://www.esrl.noaa.gov>).

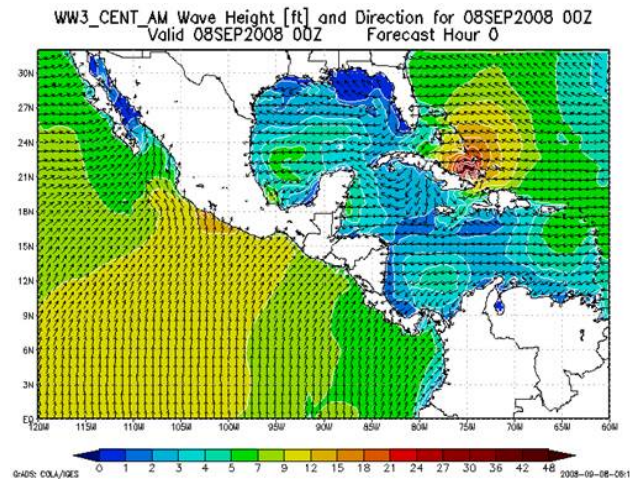


Figura 4. Salida del modelo de Oleaje WW3 asociado al huracán Ike el 7 de septiembre a las 7:00 PM en el norte de Holguín, cuando la altura de las olas estaba entre 27 y 30 pies (8.2 a 9.1 metros).



Figura 5. Inundaciones costeras en la ciudad de Baracoa asociadas al huracán Ike.

3. **Particularidades de la inundación:** Como efecto de las fuertes marejadas en la costa sur, se produjo la destrucción total de 12 viviendas que albergaban a 10 familias en la localidad costera de Tortuguilla, en el municipio San Antonio del Sur, situadas próximas al litoral y que fueron barridas por el fuerte oleaje y la sobre elevación del nivel del mar.

Caso No. 5:

1. **Fecha:** 04 - 05.Oct.2016.
2. **Fenómeno meteorológico que la generó:** Huracán MATTHEW. Durante los días 4 y 5 de octubre del 2016 el huracán MATTHEW, produjo fuertes inundaciones costeras en ambos litorales de la provincia (ver [figuras 7 y 8](#)).
3. **Particularidades de la inundación:** En la noche del 4 de octubre del 2016, la

aproximación y tránsito por nuestro territorio del intenso huracán MATTHEW produjo fuertes inundaciones costeras en la costa sur guantanamera (ver [figura 8 y 9](#)). Durante los días 4 y 5 de octubre, se produjeron olas entre 6 y 8m, que llegaron hasta 9m en el municipio de Maisí, a la llegada del centro del huracán, con un alcance de aproximadamente 100m tierra adentro. Estas olas generaron la destrucción del puesto de observación de guardafronteras y del puente de Boca de Jauco en el municipio de Maisí, lo que impidió la comunicación terrestre con la cabecera municipal. La sobre elevación del nivel del mar también ocasionó inundaciones costeras en varios asentamientos de San Antonio de Sur (interrupción del tránsito vehicular de la carretera Guantánamo - Baracoa, específicamente por el daño de 6 - 7km del

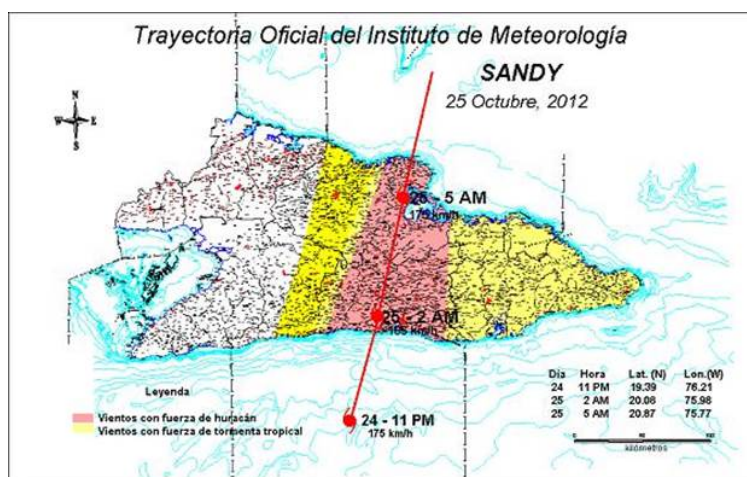


Figura 6. Trayectoria del huracán Sandy sobre las provincias de Santiago de Cuba y Holguín (*Ballester et al, 2013*).



Figura 7. Sector costero del Bate-Bate (localizado en la costa sur de Guantánamo) que muestra abundantes huracanolitos sobre el primer nivel de la terraza marina (a) y (b), producto de las fuertes inundaciones costeras (c), provocadas por los embates del huracán Sandy, que interrumpieron el tránsito vehicular por este tramo de la carretera Guantánamo - Baracoa.

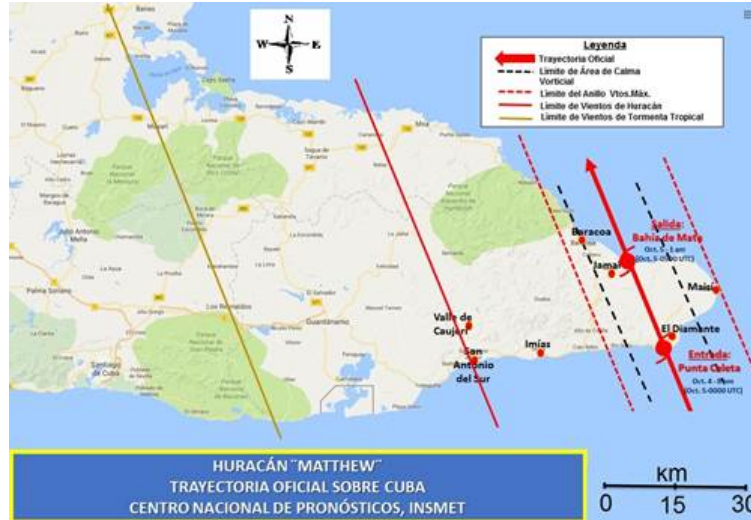


Figura 8. Trayectoria descrita por el huracán Matthew sobre la región oriental de Cuba. (Ballester et al, 2017).

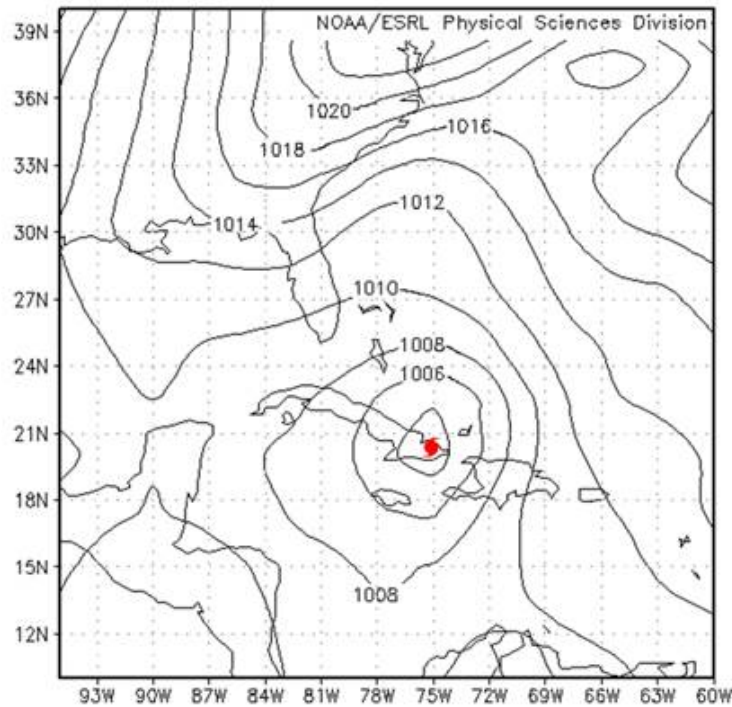


Figura 9. Reanálisis del campo de presión atmosférica (hPa) a nivel del mar del huracán “Matthew” el día 4 de octubre de 2016. (<http://www.esrl.noaa.gov>).

tramo de esta carretera por la zona conocida como Bate - Bate, como se aprecia en las [figuras 9 \(b\) y \(c\)](#). También en Imías, el poblado de Cajobabo fue literalmente barrido por la furia del huracán y el intenso oleaje que sobrepasaba los 7m de altura. En la costa norte se reportaron olas significativas entre 6 y 9m, con una sobreelevación del mar de 3.5 m en Baracoa,

donde ocurrieron inundaciones costeras con un alcance entre 300 y 500m en la zona del malecón ([figura 10 \(a\)](#)), llegando hasta la calles Máximo Gómez, Castillo Duani y Flor Crombet, además de los asentamientos de Boca de Yumurí, Barigua y Bariguita.



Figura 10. Inundaciones costeras ocurridas durante el azote del huracán Matthew en el malecón de la ciudad de Baracoa (a), así como en el tramo de la carretera Guantánamo - Baracoa, conocida como Bate - Bate, localizado en la costa sur de Guantánamo (b), la que quedó interrumpida por la presencia de numerosos huracanitos sobre el primer nivel de la terraza marina a lo largo de entre 6 y 7 km (c).

CONCLUSIONES

- Las inundaciones costeras en el litoral norte de la provincia de Guantánamo son generadas por la influencia de anticiclones migratorios, la interacción de estos con bajas extratropicales, así como por tormentas tropicales y huracanes; mientras que en el litoral sur son producidas exclusivamente por la afectación de ciclones tropicales.
- Se establece una nueva clasificación de las inundaciones costeras en Guantánamo, siguiendo un criterio único y homogéneo con las del resto del país, atendiendo al alcance máximo horizontal (tierra adentro) producida por las mismas en ambas costas de la provincia, independientemente de sus características físico-geográficas.
- El malecón de la ciudad de Baracoa no sólo constituye el tramo costero de la provincia más vulnerable a los embates de inundaciones costeras, sino que también presenta una de las mayores frecuencias de afectación por este tipo de evento en Cuba.
- Las mayores afectaciones por este tipo de fenómeno se produce dentro de la temporada ciclónica en los meses de septiembre y octubre, seguido de noviembre; y dentro de la temporada invernal en los meses de enero y marzo.
- Las inundaciones costeras generadas por situaciones meteorológicas extremas son las que más afectan a Baracoa, aunque la magnitud de

las mismas es mucho menor que las provocadas por ciclones tropicales.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todos los colegas del INSMET y de nuestro Grupo Provincial de Pronósticos que en diferentes etapas se han adentrado en el estudio de las inundaciones costeras en el municipio de Baracoa, y al investigador MSc. Axel Hidalgo Mayo, líder del proyecto nacional P211LH007 - 015 “Procedimiento para la ejecución y uso de las observaciones del estado de la superficie marina desde estaciones costeras en la predicción del oleaje e inundaciones costeras en territorio cubano”, por aglutinar a los especialistas de todo el país que obtuvieron los resultados que hoy exhibe dicho proyecto, y cuyas particularidades en la provincia de Guantánamo hoy presentamos en este artículo.

REFERENCIAS

- Alcolea, R. 2013. “El golpe de Sandy y la riposta del pueblo”. *Revista Blasones. Guantánamo*, 1(Edición Especial 12): 3-5.
- Casals, R.; Pérez, P. & Menéndez, L. 2016. “Análisis de las inundaciones costeras ocurridas en áreas protegidas de Cuba en el período 1981 - 2010”. *Revista Cubana de Meteorología*, 22(2): 199-215, ISSN: 0864-151X.
- Córdova, O.L.; García, M. & López, A. 2018. “Cronología de las inundaciones costeras en la provincia de Ciego de Ávila. Período 1960 -

- 2017". *Revista Cubana de Meteorología*, 24(2): 136-145, ISSN: 0864-151X.
- Field, C.B.; Barros, V.R.; Dokken, D.J.; Mach, K.J.; Mastrandrea, M.D.; Bilir, T.E.; Chatterjee, M.; Ebi, K.L.; Estrada, Y.O.; Genova, R.C.; Girma, B.; Kissel, E.S.; Levy, A.N.; MacCracken, S.; Mastrandrea, P.R. & White, L.L. (ed. ser.). 2014. *IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad - Resumen para responsables de políticas*. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático., Ginebra, Suiza.: Organización Meteorológica Mundial., p. 34, Available: <https://www.ipcc-wg2.gov/AR5>, <https://www.ipcc.ch>.
- Gómez, J. F.; Cordobés, J. M.; Peña, A.; Perigó, E.; Laborde, N.; Mesa, A. M.; Hernández, C.; Peña, R.; Brizuela, C. M.; Beltrán, L. & Alvarez, E. 2011. *Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundación por penetración del mar, inundación por intensas lluvias y afectaciones por fuertes vientos en la provincia Guantánamo*. CITMA Guantánamo: 34-52.
- Hernández, N.; Vega, R. & Casals, R. 2002. "Estudio de los sistemas meteorológicos que han afectado a Baracoa por penetraciones del mar e inundaciones costeras". *Revista Cubana de Meteorología*, 9(2): 58-68, ISSN: 0864-151X.
- Hidalgo, A.; Mitrani, I.; Pérez, G.; Hernández, N.; Córdova, O., L.; Regueira, V.; Ramírez, W.; González, C. M.; Machado, A.; Perigó, E.; Lorenzo, L.; Agüero, K.; Vinajera, V.; Jiménez, J.; Boligán, M.; Sánchez, L.; Victorero, A.; Mursulí, A.; García, L.; Ortega, F. E.; Castellanos, M. J.; Araujo, L. A.; Báez, E.; Laborde, N. & Casals, R. 2016. *Cronología de las inundaciones costeras por penetración del mar para el archipiélago cubano*. Resultado Científico, Holguín: CMP Holguín, Instituto de Meteorología, p. 40.
- Hidalgo, A.; Mitrani, I. & Pérez, G. 2017. "Nueva clasificación de las inundaciones costeras en Cuba". *Revista Cubana de Meteorología*, 23(2): 209-216, ISSN: 0864-151X.
- Insmet. 2013. *Resumen de la temporada ciclónica de 2012 en el Atlántico Norte*. Instituto de Meteorología, Available: <http://meteoro.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLAS&TB1=TEMPORADA&TB2=/Temporadas/temporada2012.html>.
- Insmet. 2017. *Resumen de la temporada ciclónica 2016 en el Atlántico Norte*. Instituto de Meteorología, Available: <http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLAS&TB1=TEMPORADA&TB2=/Temporadas/temporada2016.html>.
- Machado, A.; Perigó, E. & Laborde, N. 2004. *Estudio de las inundaciones costeras en la ciudad de Baracoa*. Final, Guantánamo: CMP Guantánamo, Instituto de Meteorología, pp. 6-14.
- Mitrani, I. 2014. "Las inundaciones costeras en Cuba y sus tendencias". *Agencia de Medio Ambiente (Ed)*: 160, ISBN: 978-3000-061-1.
- Mitrani, I. 2016. "Meteorología Marina". *Agencia de Medio Ambiente (Ed)*: 270, ISBN: 978-959-300-060-4.
- Pérez, P. 2019. "Ascenso del nivel del mar en Cuba por Cambio Climático". *Revista Cubana de Meteorología*, 25(1): 6, ISSN: 0864-151X.

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

Los autores de este trabajo declaran presentar una participación igualitaria en la concepción, ejecución y escritura de la investigación.

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/)