

Vulnerabilidad de la Zona Costera de la provincia Villa Clara a la Surgencia provocada por los Ciclones Tropicales. Escenario Actual y Perspectivo.

Autores: ISIDRO SALAS GARCÍA*, RAFAEL PÉREZ PARRADO*, CARLOS RODRÍGUEZ OTERO**, ADA L. PÉREZ HERNÁNDEZ**, MANUEL DE LA RIVA**, NORMA MORALES** y SILVIA SOTO**

* Instituto de Meteorología. Centro de Automatización

** Instituto de Planificación Física. Ministerio de Economía y Planificación

Resumen:

Partiendo de un Modelo Dinámico Bidimensional (MONSAC2) para el cálculo de la surgencia provocada por los ciclones tropicales, se realiza un estudio de la influencia de los Cambios Globales en un escenario máximo de sobre elevación del nivel medio del mar previsto para Cuba en la zona costera de la provincia Villa Clara. Se analiza el Peligro de penetración del mar por efecto de la surgencia, partiendo de los cálculos de la altura de la surgencia, períodos de retorno y cotas de inundación. Se realiza una valoración detallada de la Vulnerabilidad de la zona costera estudiada, que en esta investigación ha sido tomada como Caso de Estudio Regional. Se concluye que la región de estudio se verá afectada por la influencia de la sobre elevación del nivel medio del mar por Cambio Global y surgencia, aunque esta última solo se incrementará ligeramente con respecto al escenario actual, pero seguirá siendo el fenómeno natural más peligroso que afecte a la región de estudio. Sin dudas, la población concentrada rural y urbana constituyen los elementos más vulnerables a los procesos de transformación que ocurren en la zona costera de Villa Clara. Las medidas de mitigación que se implementen deben tener la participación de la comunidad, tanto en la fase de discusión como en la toma de decisiones, integrándose además con ello a la actividad transformadora de sus propias comunidades conscientes y convencidos de la necesidad efectiva de las soluciones tomadas para enfrentar el impacto de las inundaciones costeras por penetración del mar. Debe prestarse especial atención a la Adaptación al Cambio Global, tomándose este como un proceso paulatino que se gesta en la medida en que la población y los políticos encargados de la toma de decisiones aprecien la vulnerabilidad de la población, objetivos económicos y sistemas naturales al peligro.

Palabras claves: Ciclones Tropicales, Surgencia, Peligro, Vulnerabilidad, Ordenamiento Territorial

Introducción

El medio ambiente de las zonas costeras comienza a alterarse en todas las partes de la tierra debido a la combinación directa e indirecta de los efectos del cambio global que modifican la estabilidad y diversidad de los ecosistemas costeros influyendo sobre las actividades humanas establecidas en estas zonas.

En Cuba actualmente viven en zonas costeras 1,4 millones de habitantes, distribuidos en 245 asentamientos, de ellos 63 urbanos donde se concentran industrias, infraestructuras y población. Las afectaciones para el escenario máximo que se estima de 95,93 cm. de ascenso del nivel medio del mar (Centella et. al., 1999) incluirán a los 94 asentamientos más expuestos, considerándose afectaciones directas a la población residente a un estimado de 100 000 habitantes. El impacto a zonas agrícolas alcanza las 34,0 mil ha, 440 playas con más de 588 km. de dunas arenosas donde se inten-

sificarán los procesos de erosión; las superficies de manglar afectables serán del orden de las 300,0 mil ha, más del 60 % del total (Rodríguez et. al., 2000).

Este trabajo forma parte del Proyecto «Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios climáticos globales en Cuba», financiado por el Ministerios de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba, y que concluyó en el año 2002. En el se evalúa, entre otros aspectos, el ascenso del nivel medio del mar por surgencias provocadas por los ciclones tropicales en dos regiones del país con peligro alto de inundaciones costeras por penetraciones del mar producto de este fenómeno. En el presente trabajo solo se analizará la zona costera de la provincia Villa Clara, tomándola como un caso de estudio regional.

Los principales aspectos a investigar se relacionan con las afectaciones a la población, tanto concentrada como dispersa, y las actividades económicas. Mientras que las unidades de análisis territorial

escogidas son los sectores costeros, los municipios y los asentamientos, en correspondencia con los niveles más detallados del planeamiento territorial en el país, lo cual garantiza la captación de la información de base.

El resultado del diagnóstico de esta problemática permite una evaluación de zonas con diferentes grados de afectación por problemas de inundación, con vista a establecer prioridades de solución factibles de incorporar en los programas de desarrollo socioeconómico de estos territorios.

Delimitación de la zona costera de estudio

En Cuba el artículo 2 del capítulo I del Decreto Ley 212 del 2000 « Gestión de la Zona Costera », define la zona costera como « la franja marítimo-terrestre de ancho variable y depende de las características propias de la costa. Se establecen los límites de la zona costera atendiendo a la estructura y configuración de los distintos tipos de costas acorde a los objetivos de conservación y mejoramiento conforme a la política integral de desarrollo sostenible trazada por el país.

Internacionalmente existen variados criterios sobre los límites de la zona costera, en Cuba está en dependencia de su condición de archipiélago, extensión e incidencia de eventos meteorológicos severos, tanto tropicales como extratropicales que afectan debido a su disposición latitudinal y a la generación de condiciones propicias para la ocurrencia de inundaciones costeras.

Acorde a lo anterior la zona costera se ha diferenciado en dos subzonas (Lezcano y Pérez, 1993), la delimitada por los primeros 1 000 m., considerada la de máximo impacto debido a un ascenso súbito del nivel del mar y la enmarcada por el intervalo altimétrico de máximo peligro de inundación costera, que puede alcanzar en zonas bajas la cota de 5 m. de altura, distante 5 000 m. de la línea de costa.

Ascenso del nivel medio del mar por surgencia de ciclones tropicales

En los países ubicados en el cinturón tropical resultan de gran importancia los desastres naturales de índole meteorológicos, destacándose los vientos con fuerza de huracán, las inundaciones debido a las lluvias intensas, las marejadas y la surgencia asociadas a los ciclones tropicales (CT). La surgencia es para muchos especialistas, el efecto más destructivo de los huracanes, causando alrededor del 90 % de las pérdidas materiales y nueve de cada diez víctimas.

La surgencia se define en su forma más simple, como una elevación anormal y temporal del nivel del mar, sobre la marea astronómica, causada por la tensión de los fuertes vientos, y en menor grado, por la caída de la presión atmosférica, debido al paso de una tormenta, ya sea tropical o extratropical. Pero las surgencias más devastadoras que han ocurrido en el mundo están precisamente asociadas a intensos

disturbios tropicales, en otras palabras a huracanes o tifones. Consiste en una onda gravitacional larga con una longitud similar al tamaño del ciclón tropical que la genera, y durabilidad de algunas horas, dependiendo, entre otros factores, del tamaño y la velocidad de traslación del ciclón, afectando como promedio de 100 a 200 km. de costas. Por lo tanto, es de una escala similar a la marea astronómica y no debe confundirse con las ondas de gravedad cortas producidas por el viento, las que poseen una longitud de onda del orden de metros y período de segundos.

Registros históricos en Cuba

El archipiélago cubano ha sido afectado en muchas ocasiones por huracanes que han traído aparejadas grandes surgencias, por ejemplo, la asociada al huracán del 9 de noviembre de 1932 que produjo la mayor catástrofe natural ocurrida en Cuba, cuando el nivel del mar ascendió más de 7 m. (Comunicación Personal, 1999) y arrasó completamente el asentamiento costero de Santa Cruz del Sur, ocasionando más de 3 000 muertes; en octubre de 1944 en Guanímar y Playa del Cajío, costa sur de la provincia de La Habana, cuando el mar penetró 10 y 6 km. respectivamente, desapareciendo el asentamiento Playa del Cajío, (Ortiz, 1976); el huracán de octubre de 1926, que provocó una altura de la surgencia de 3 m en el Surgidero de Batabanó; el huracán Kate en noviembre de 1985 que originó profundas penetraciones del mar en zonas de la costa norte de la región central del país, principalmente en Caibarién, Isabela de Sagua, Carahatas, La Panchita y Cárdenas (Pérez y Rodríguez, 1998 y Ortiz y García, 1990).

En fechas recientes el huracán Irene de 1999 destruyó el 18 % de las viviendas en Playa del Rosario en el sur de la provincia La Habana, mientras que el huracán Michelle del 2001 afectó con la surgencia asociada a este organismo a Cayo Largo del Sur, Archipiélago de los Canarreos. Durante la temporada ciclónica del 2002 los huracanes Isidore y Lili produjeron surgencias que impactaron el Archipiélago de los Canarreos y posteriormente la costa sur de la provincia de Pinar del Río.

Región de estudio

La localización de la región de estudio se corresponde con la provincia Villa Clara (Figura 1), mientras que los sectores a investigar son el 18 y 19 que se pueden consultar en el mapa de sectores costeros (Salas et. al., 1998) de la figura 2.

Esta zona se caracteriza por ser predominantemente abrasiva-acumulativa y acumulativa biogénica, con tramos deltaicos y acumulativos, la pendiente costera es muy baja, la plataforma marina tiene de 6 a 35 km. de ancho y profundidad media de 3 m.

Para estos sectores se calcularon las surgencias para diferentes intensidades de los CT y sus períodos de retorno, en los escenarios actual del nivel

medio del mar y para el escenario máximo previsto para Cuba de 95,93 cm. (Centella et. al., 1999), valor que se aproxima a 1 m. para facilitar el análisis de la información.



Figura 1. Localización de la región de estudio, provincia de Villa Clara.

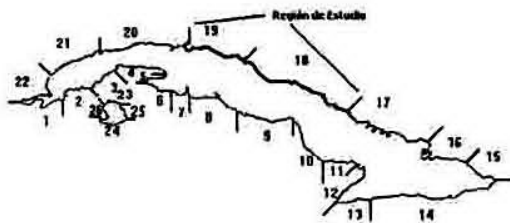


Figura 2. Mapa con los sectores costeros a estudiar.

Métodos y base informativa

Se utilizó el modelo dinámico bidimensional (MONSAC2) perfeccionado por García y Pérez Parrado, 1998 y la batimetría del lugar de Salas et. al., 1995. Para realizar los cálculos se tomaron los datos del archivo histórico del Instituto de Meteorología y del Sistema de Información Estadístico (SIE) de García y Beaubalet, 1994, para el período 1891-1991. Se tomó un radio de 150 km. a partir del centro de los sectores que se analizan determinándose la cantidad de CT. que pasaron por el entorno.

Períodos de retorno

Para los períodos de retorno se utilizó la formulación propuesta en el SNIP, 1983 y se determinaron la totalidad de huracanes que afectaron al Mar Caribe, Golfo de México y Océano Atlántico adyacente, para el período de 100 años señalado, se procedió igual

para un radio de 150 km. centrado en el punto medio del sector estudiado y se calcularon los períodos de retorno para las distintas intensidades de los CT.

Cálculo de la altura de la surgencia, los períodos de retorno y las cotas de inundación para los sectores de la región de estudio

La penetración del mar más significativa ocurrida en la provincia Villa Clara se relaciona con la surgencia provocada por el huracán Kate en noviembre de 1985. Las inundaciones ocurrieron a lo largo del litoral con una distancia de penetración en algunos tramos de hasta 4 000 m. (Comunicación Personal de la Defensa Civil de la Provincia de Villa Clara, 1985), siendo la altura de la surgencia de 2,5 m, valor calculado para este estudio con el Modelo «MONSAC2» de Pérez Parrado y García, 1999.

Desde el punto de vista del estudio de las inundaciones costeras por penetraciones del mar la zona de estudio incluye el sector 18 en el extremo este y el 19 en el extremo oeste, en ambos sectores el peligro de inundación por surgencia es alto (Salas et. al., 1998), y la probabilidad de que ocurra una surgencia con una altura de inundación de 2,5 m. similar a la provocada por el huracán Kate, en los sectores 18 y 19 es de 1/68 y 1/45 Casos/Años respectivamente.

Los cálculos realizados para la surgencia demuestran que estos sectores contienen un peligro alto para este fenómeno, existiendo un ligero incremento para el escenario previsto con respecto al actual. Los resultados para los sectores 18 y 19 se muestran en las tablas 1 y 2, siendo estos valores los de interés para esta investigación aunque se cuentan con cálculos de períodos de retorno de hasta 800 y 500 años.

Tabla 1. Períodos de retorno y altura de la surgencia para el escenario actual y el previsto en el sector 18

Períodos de Retorno (Casos/Años)	Escenarios de la altura de la surgencia (m)	
	Actual	Previsto
1/100	3,1	3,3
1/50	2,2	2,3
1/20	1,6	1,7
1/10	0,6	0,7

Tabla 2. Períodos de retorno y altura de la surgencia para el escenario actual y el previsto en el sector 19.

Períodos de Retorno (Casos/Años)	Escenarios de la altura de la surgencia (m)	
	Actual	Previsto
1/100	3,4	3,5
1/50	2,7	2,8
1/20	1,2	1,3
1/10	0,5	0,6
1/5	0,3	0,4

En las tablas 3 y 4 se muestran los cálculos de los períodos de retorno para las cotas desde 0,5 a 3,0 m. para los sectores y escenarios estudiados, dando como resultado que con un escenario previsto de sobre elevación del nivel del mar de 1 m/100 años la probabilidad de que el fenómeno estudiado se repita en las cotas de 0,5 m. a la de 3 m. es mayor en el escenario previsto que en el actual, esta probabilidad alcanza su mayor expresión en la cota de 0,5 m. (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. Cálculo de los períodos de retorno por cotas de inundación en el sector 18

Cotas (m)	Período de Retorno (Casos/Años)	
	Actual	Previsto
3,0	1/94	1/77
1,0	1/13	1/12
0,5	1/7	1/5

Tabla 4. Cálculo de los períodos de retorno por cotas de inundación en el sector 19.

Cotas (m)	Período de Retorno (Casos/Años)	
	Actual	Previsto
3,0	1/78	1/58
1,0	1/16	1/14
0,5	1/10	1/7

Vulnerabilidad de la Zona Costera de Villa Clara a las Inundaciones costeras

El ascenso del nivel medio del mar contemplado en el escenario de cambio climático previsible para Cuba, interesa a los territorios expuestos en diversa magnitud, en función entre otros, de las características morfológicas de las costas que sirve de basamento al desarrollo de la actividad humana, aspecto clave en la valoración de los impactos e identificación de los niveles de vulnerabilidad a que se verá sometido cada territorio.

Para elaborar la estrategia de respuesta capaz de lograr una acertada conciliación de intereses económicos, sociales y ambientales ante los cambios globales esperados en cada territorio, resulta de gran importancia el análisis de los problemas de la localidad y su capacidad de adaptación ante las condiciones esperadas.

Los estudios a escala nacional relacionados con el ascenso del nivel medio del mar por cambios climáticos y por surgencia de ciclones tropicales brindan una exposición amplia sobre la connotación de ambos fenómenos y procesos y han permitido esta-

blecer una diferenciación de la peligrosidad de estos eventos por sectores costeros, razón por la cual se identifica al sur de la provincia La Habana como la más crítica, en la actualidad está sometida a la ocurrencia reiterada de la invasión del mar y al lento retroceso de la línea de costa (Rodríguez et. al., 2000, Rodríguez et. al., 2001 y Mitrani et. al., 2000). Le sigue en orden de importancia el norte de las provincias centrales y la costa sur desde Sancti Spiritus a Cabo Cruz. El caso de estudio a escala regional, que es el que se presenta en este trabajo, se realizó en la provincia Villa Clara.

La zona costera de la provincia Villa Clara se localiza en la costa norte de la región central del país, con una extensión 191 km. (Figura 1). Hacia la parte oeste abunda la morfología acumulativa de origen blogénico con un predominio de áreas bajas y pantanosas, representadas por marismas, ciénagas litorales y lagunas costeras y la vegetación está conformada por manglares, herbazales salinos y otras formaciones boscosas aisladas. Mientras que la llanura costera es plana con pendientes suaves y una altimetría que varía entre 0 y 2,5 m. La batimetría de la plataforma insular en general es baja, con valores medios entre 4 y 5 m. de profundidad.

Los municipios costeros de la provincia son seis, de este a oeste, Corralillo, Quemado de Güines, Sagua la Grande, Encrucijada, Camajuaní y Caibarién y los asentamientos costeros son ocho, los tres urbanos son Caibarién, Isabela de Sagua y Playa La Panchita y los cinco rurales: Carahatas, Piñón, Uvero, San Francisco y Nazabal.

Hacia la parte este del litoral se extiende la cayería del archipiélago Sabana Camagüey con 49, 2 mil ha. pertenecientes a esta provincia, que le sirven de protección a la costa. En su parte más oriental, correspondiendo con el municipio de Caibarién, la costa es baja y pantanosa y se alterna con tramos abrasivos acumulativos. En el caso de un ascenso del nivel del mar de 1 m. por cambio global se verán afectadas de forma permanente las zonas bajas de tierra firme y de la cayería. Los cálculos de la altura de la surgencia y los períodos de retorno para estos sectores costeros resultan de suma importancia para la toma de decisiones en lo que respecta a la localización de la población y las nuevas inversiones.

La población total de los ocho asentamientos según estimados de población del IPF, 1995 asciende a 39 278 habitantes, el 72 % es urbana y el resto es rural. La población urbana en ese año localizada por debajo de la cota de 1 m. ascendía a 3 996 habitantes, mientras las viviendas totalizan 11 918 y las afectables por un ascenso brusco del nivel medio del mar son 2 871. Un total de cuatro asentamientos presenta parte de su área por debajo de 1 m, dos se localizan totalmente por debajo de 1 m. y otros dos

por debajo de la cota de 0,25 m, lo que determina que sean altamente vulnerables a las inundaciones costeras.

La dinámica de la población en la región de estudio para el período 1970 y 1995 se muestra en la tabla 5. Entre 1970 y 1981 la población creció en forma significativa, después de las inundaciones del año 1985 se observa una disminución en el crecimiento inducido por la política establecida en la región de trasladar a la población hacia territorios más seguros, ya en 1995 se observan los resultados de esta política al disminuir la población, pero no lo suficiente pues el criterio de la población es a regresar al asentamiento costero siguiendo su deseo de permanencia en el lugar de origen, acercándose a la vez al empleo vinculado generalmente a las actividades de pesca.

Tabla 5. Dinámica de la población en el período 1970-1995.

ASENTAMIENTO	POBLACIÓN			
	Censo 1970	Censo 1981	UBIT ¹ 1992	1995 ¹
Caibarién	26654	32069	34412	34627
Isabela de Sagua	3677	3628	3017	2335
Playa La Panchita	361	954	1215	1215
Playa Carahatas	861	1054	909	981
Playa Piñón	8	1	0	0
Playa Uvero	27	73	23	23
Playa Juan Francisco	56	28	16	20
Playa Nozabal	48	217	97	77
Total	31692	38024	39689	39278

¹UBIT- Unidades Básicas de Información Territorial del IPF.

Asentamientos Urbanos. Caibarién

Es una ciudad intermedia con un área de 386 ha, una población de 34 627 habitantes y 9 246 viviendas (IPF, 1995). La base económica actual es la actividad industrial donde se destacan la pesca y la industria del cuero y los servicios. El Esquema de Desarrollo de esta ciudad plantea un crecimiento de 304 ha. en sus alrededores debido a que las posibilidades de crecimiento interno es pobre. Si bien el crecimiento prospectivo no se realizará adyacente a las costa, ya antes del «Kate» el mar penetraba hasta los 200 m. en la zona residencial e industrial (Figura 4), la surgencia asociada a este organismo elevó este valor a 400 m.

La Dirección Provincial de Planificación Física de Villa Clara, alertó desde 1994, sobre las posibles afectaciones a la zona costera debido al cierre de canalizos y la construcción de los pedraplenes a Cayo Conuco y Cayo Santa María. Caibarién se encuentra en el sector costero de estudio número 18, que presenta un grado de peligro alto Por debajo de la cota de 1 m. hay 1 661 habitantes en 589 viviendas, aunque la cota de inundación por penetración del mar supera esta altura, como puede verse en la figura 3.

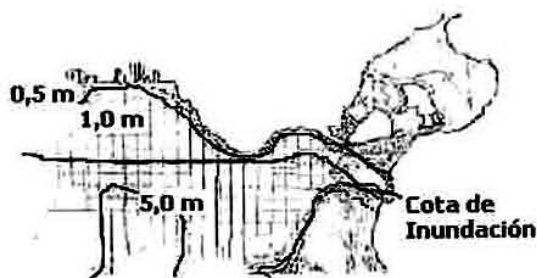


Figura 3. Cota de inundación en el asentamiento costero de Caibarién.

Isabela de Sagua

Asentamiento de Base Urbana localizado en la margen oeste de la desembocadura del río Sagua la Grande en una zona baja y pantanosa (Figura 4). Ocupa un área de 60 ha, la población es de 2 335 habitantes (IPF, 1995) que viven en 814 viviendas; en general la vivienda está en mal estado constructivo y se corresponde con materiales muy poco resistentes al efecto de las inundaciones. Al paso del «Kate» las aguas penetraron 3 600 m.

Isabela de Sagua se encuentra en el sector 18, con grado de peligro de inundación por surgencia alto (Salas et. al., 1998). En su casi totalidad se localiza por debajo de la cota de 1 m. y la actividad fundamental está vinculada al puerto y la pesca de ostiones y especies de escamas.



Figura 4. Cota de inundación en el asentamiento costero de Isabela de Sagua

La retirada constituye también una medida de protección de la población, en el año 1991 se comienza a construir un nuevo asentamiento que se ubica a 12 km. de la costa y se denomina «La Nueva Isabela», la situación económica del país frenó la construcción de las instalaciones de servicio a la población ya residente, unido a la distancia de los

puestos fundamentales de trabajo vinculados a las actividades pesqueras y portuarias y ante el olvido temporal de las afectaciones sufridas la población retorna paulatinamente a su lugar de origen.

La Panchita

Es un Asentamiento de Base Urbano, con una área de 20 ha, 1 215 habitantes (IPF,1995) y 405 viviendas y su actividad económica fundamental es la pesca. Se localiza en el sector costero 19, que posee un grado de peligro alto por inundaciones provocada por surgencia. Según se observa en el mapa de la figura 5 parte del territorio está por debajo de la cota de 1 m, las afectaciones por inundaciones son a 38 viviendas, aunque se desconoce el número real de población, debido a la existencia de viviendas de uso temporal. La población ha sido trasladada hacia zonas más seguras, como parte de la estrategia de respuesta que asumió la directiva del gobierno local con el objetivo de protegerla de las inundaciones costeras, con posterioridad al paso del huracán Kate, que la inundó totalmente, penetrando las aguas del mar hasta 2 300 m. tierra adentro. La población fue reubicada en «La Nueva Panchita» a 12 kilómetros de la costa, quedando en La Panchita la cooperativa pesquera y la playa como centro de vacacionistas temporales en épocas de verano. Las viviendas, en general, están en mal estado lo que las convierten en muy vulnerables a los efectos de las inundaciones costeras.

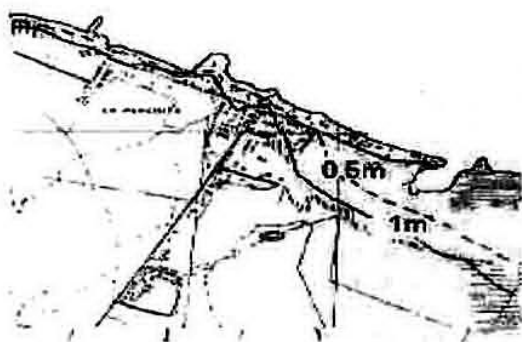


Figura 5. Cota de inundación en el asentamiento costero de La Panchita.

Asentamientos Rurales. Carahatas

Asentamiento de Base Rural, con actividad económica dedicada a la pesca, ocupa un área de 30 ha, con una población de 981 habitantes (IPF, 1995) y 219 viviendas, después del censo de 1981 se produjo un descenso de la población que ha aumentado ligeramente entre 1992 y 1995, a pesar de encon-

trarse prácticamente el asentamiento por debajo de la cota de 1 m de altura y no poseer posibilidades físicas de desarrollo actual. Se localiza en el sector costero 19, con un grado de peligro alto, se calcula que por debajo de 1 m. hay 208 viviendas y 887 habitantes. El valor máximo de penetración ha sido de 2 900 m. y fue registrado al paso del huracán Kate.

El asentamiento es vulnerable por su cercanía a la línea de costa, la tipología y el estado general de las viviendas es malo, al igual que en el resto de los asentamientos no existe el alcantarillado. Pese a todos estos inconvenientes la población vuelve a reconstruir sus viviendas con materiales ligeros en Carahatas y rechazan la construcción de nuevas viviendas para los cooperativistas pesqueros en "La Nueva Lugardita", lugar donde se prevé el nuevo desarrollo.

Playa Piñón

Considerada Asentamiento de Base Rural, ocupa 7 ha, se trata de una playa de uso local, en 1995 no reporta población residente y posee 263 viviendas de las cuales 15 se localizan por debajo de la cota de 1m. Las viviendas son muy vulnerables. Está en el sector 18 con un peligro alto, la distancia a la costa, la altura y el carácter no residente de su población disminuye en parte la vulnerabilidad a las inundaciones costeras.

Playa Uvero

Asentamiento de Base Rural, con un área de 8 ha, localizado totalmente por debajo de la cota de 1 m. Las viviendas en su casi totalidad de veraneo son 395 y los habitantes residentes son 23 (IPF, 1995). El estado de la vivienda es malo.

Playa Nazabal

Asentamiento de Base Rural, con una población de 77 habitantes (IPF, 1995), un área de 5 ha. y totalmente por debajo de la cota altimétrica de 0,25 m. lo que unido al mal estado de las viviendas y su construcción con materiales ligeros aumentan considerablemente la vulnerabilidad de este asentamiento a las inundaciones costeras. Se ubica en el sector 18 con grado de peligro alto. Al paso del huracán Kate las aguas penetraron sólo 100 m.

Playa Juan Francisco

Asentamiento de Base Rural, totalmente ubicado por debajo de la cota de 0,25 m, el estado general de las viviendas es malo. La población residente es de 20 habitantes en 356 viviendas, el resto son residentes temporales. No existe alcantarillado y el acceso es por una carretera en mal estado. Igual que el resto

de las playas se ubica en el sector 18 con grado de peligro alto. Se han registrado penetraciones hasta 1 800 m. de la línea de costa.

Población Dispersa

La distribución de la población dispersa se comporta similar al resto de las zonas costeras del país. No aparece en zonas muy bajas menores a 1 m de altura y en el intervalo altimétrico entre 1,1 y 2,5 m. radican sólo 27 habitantes en 10 viviendas que están en mal estado (UBIT,1992). Se reportan en Corralillo, al oeste de La Panchita comunicados por una carretera en buen estado y en Caibarién. Como se puede apreciar esta población es poco significativa distante entre los 1 000 y 5 000 m. de la línea de costa donde las vías existentes permiten su evacuación en casos necesarios.

Vulnerabilidad de las áreas agrícolas

El cultivo más significativo es la caña de azúcar que se extiende a lo largo de la zona de peligro de todos los municipios con excepción de Encrucijada, con una mayor representatividad relativa en Corralillo, Sagua la Grande y Caibarién. Los cultivos varios, el arroz y los frutales sólo se desarrollan en el municipio de Caibarién y en la zona de peligro entre 1,1 y 2,5 m. coincidiendo con una distancia entre 0 y 1 000 m. de la costa como se evidencia en la tabla 6.

Tabla 6. Distribución areal de cultivos por intervalos de altura y distancia de 1 000 m. a la línea de costa

Tipo de Cultivo (ha)	Intervalos de Altura (m)		Distancia (m) 0-1 000
	0,1	1,1-2,5	
Arroz	0,0	262,4	262,4
Caña	830,5	1856,7	1895,2
Cultivos Varios	0,0	25,0	25,0
Otros Cultivos	0,0	0,0	0,0
Total	830,5	2144,1	2182,6

Las áreas dedicadas a pastos naturales y artificiales están distribuidas en todos los municipios (tabla 7).

Tabla 7. Distribución areal de pastos por intervalos de altura

	Intervalos de Altura (m)		Total (ha)
	0,1	1,1-2,5	
Pastos	905,8	5185,6	6090,6
Total	905,8	5185,6	6090,6

Vulnerabilidad de las áreas forestales

Las áreas forestales en tierra firme de la provincia dentro de la franja altimétrica entre 0 y 2,5 m. ocupan 6 250,2 ha. Los bosques naturales repre-

sentados fundamentalmente por la formación manglar totalizan 5 638,2 ha, el 58% de ellas por debajo de la cota de 1 m, mientras las plantaciones forestales están poco representadas. Los 6 municipios presentan área de manglares, en el intervalo de 0-1 m. de altura sobresale Encrucijada con 1 280,9 ha. La tabla 8 refleja la distribución de las formaciones forestales por intervalos de altura.

Tabla 8. Distribución areal de los forestales por intervalos de altura

Formación Vegetal	Intervalos de Altura (m)		Total (ha)
	0,1	1,1-2,5	
Plantaciones	0,0	612,4	612,4
Bosques Naturales	3254,0	2384,2	5638,2
Total	3264,0	2996,6	6250,6

Conclusiones

El escenario máximo previsto para Cuba de elevación del nivel medio del mar en 1 m/100 años, tiene interés desde el punto de vista del avance del mar sobre la tierra, lo cual conllevaría a la pérdida de territorio al quedar este bajo el mar, pero no tiene gran repercusión en lo referente a la surgencia como fenómeno físico, ya que la altura del mar en el nuevo escenario solo se incrementará ligeramente sobre la altura actual que alcanza el nivel medio del mar producto de la surgencia.

Independientemente de la moderada influencia que ejerce el cambio del nivel del mar pronosticado sobre la surgencia, este fenómeno seguirá siendo el más peligroso de todos los asociados a los ciclones tropicales y se le debe continuar estudiando para perfeccionar su pronóstico.

La nueva cota cero del escenario pronosticado estará donde en la actualidad se encuentra la cota de 1m. y será a partir de aquí que comenzará la penetración del mar. A pesar de que la surgencia será algo mayor que en la actualidad, su penetración en tierra será menor, ya que a partir de la nueva línea de costa la pendiente va aumentando rápidamente limitando la inundación tierra adentro.

Sin dudas la población concentrada rural y urbana constituyen los principales elementos vulnerables a los procesos de transformación que ocurren en la costa de la provincia Villa Clara.

Las medidas de traslado de la población en el país con vistas a proteger a los habitantes de los efectos destructivos del ascenso del nivel medio del mar debido a fenómenos meteorológicos extremos se ha producido solo en estos sectores costeros. Esta acción se ha correspondido con la necesidad de proteger a la población de los efectos negativos de las inundaciones costeras, sin embargo no ha sido total-

mente efectiva porque al cabo del tiempo la población ha retornado a su lugar de origen. Esto demuestra la necesidad de una mayor participación de la comunidad en la fase de la discusión y toma de decisiones, integrándose además con ello a la actividad transformadora de sus propias comunidades conscientes y convencidos de la necesidad y efectividad de las soluciones tomadas para enfrentar el impacto de las inundaciones costeras principal afectación de esta costa.

Esta región requiere de estudios detallados para brindar la solución de los problemas de los cuatro asentamientos donde se ha trasladado a la población que está vinculada a las actividades productivas localizadas en la costa, fundamentalmente al desarrollo de la industria pesquera. El traslado no es la única medida aplicable, pudiendo incorporarse el acomodamiento de las construcciones y las medidas de protección in situ, aunque resulta evidente que el crecimiento de estos asentamientos debe ser limitado por el grado de peligro y las escasas áreas para el desarrollo tanto internas como externas. Además son dables medidas y acciones para garantizar un adecuado drenaje, etc., todas ellas vinculadas al nivel de conocimiento alcanzado a través del proyecto del cual forma parte este estudio, donde se han identificado alturas y períodos de retorno de las penetraciones del mar para el fenómeno meteorológico más peligroso de este territorio costeros del país

La población dispersa bajo riesgo de inundaciones por penetraciones del mar es poco significativa, dado el número de habitantes expuestos y la distancia a que se ubican de la línea de costa

Los resultados de los modelos de cálculo de la surgencia asociada a los CT para los sectores costeros estudiados deben ser aplicados, en el establecimiento de las prioridades de intervención en el ordenamiento territorial para mitigar el impacto de las inundaciones sobre la población y actividades económicas insertadas en los territorios en atención a la intensidad y períodos de retorno de los eventos

La adaptación al cambio global es un proceso paulatino, que se gesta en la medida en que la población y los políticos encargados de la toma de decisiones aprecien la vulnerabilidad de la población, objetivos económicos y sistemas naturales al peligro

Bibliografía

Centella, A., T. Gutiérrez, M. Limía y R. Rivero (1999): Proyecciones del clima futuro. En: UNEP/ INSMET, Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. Proyecto. No. FP/cp/2200-97-12. La Habana, Cuba

Comunicación Personal (1985): Comunicación Personal de la Defensa Civil de la Provincia Villa Clara y pobladores de la región

Comunicación Personal (1999): Comunicación Personal por parte de pobladores de Santa Cruz del Sur y autoridades del Gobierno Local

García A. y P. Beaubalet (1994): Sistema de Información Estadístico. En Primer Congreso Iberoamericano de Met. Tomo I. pp. 299-302

García, O. (1998): Modelo dinámico para pronosticar la altura de la surgencia de los ciclones tropicales en las costas de Cuba. Tesis de doctorado en ciencias meteorológicas

García O. y R. Pérez Parrado (1998): En Proyecto PNUD Cuba/94/003. Desarrollo de las Técnicas de Predicción de las inundaciones costeras. Prevención y Reducción de su acción destructiva. Editora IPF. La Habana, Cuba. 200 pp

IPF (1995): Uso de la Tierra. Direcciones Provinciales de Planificación Física, Cuba

Lezcano, J. y A. Pérez (1993): Los cambios climáticos en Cuba, IPF-INSMET

Mitrani I., A. Pérez, C. Rodríguez, I. Salas, R. Pérez y demás colectivo de autores (2000): Las penetraciones del mar en las costas de Cuba. Las zonas más expuestas y su sensibilidad al cambio climático. Proy. Inv. INSMET. 95 pp

Ortiz R. (1976): Descripción de los cinco huracanes más interesantes que han afectado a Cuba durante los últimos 50 años. UDI del INSMET. La Habana, Cuba

Ortiz R. y O. García (1990): Análisis del huracán Kate de Noviembre de 1985, Rev. Cub. de Met. V.3 No.2. pp 105-113

Pérez A. y C. Rodríguez (1998): En Proyecto PNUD Cuba/94/003. Desarrollo de las Técnicas de Predicción de las inundaciones costeras. Prevención y Reducción de su acción destructiva. Editora IPF. La Habana, Cuba. 200 pp

Pérez Parrado R. y O. García (1999): Modelo numérico para pronosticar la surgencia que provocan los huracanes en las costas de Cuba. Rev. Cub. de Met. Vol. 6, N. 1

Rodríguez, C., F. Carreras y A. Pérez (2000): Hacia un desarrollo sostenible de una zona costera bajo el impacto de la variabilidad y el cambio climático. III Concurso Buenas Prácticas para la mejora de las condiciones de vida. IPF

Rodríguez C., A. Pérez, I. Salas, R. Pérez y demás colectivo de autores (2001): Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales en Cuba. Proy. de Investigación. Editora IPF. 373 pp

Salas, I., I., Mitranl y J. Dole (1995): BATIMET (Base de datos batimétricos para la plataforma insular de Cuba). Informe Final de Tema de Investigación. Instituto de Meteorología

Salas, I., C. Rodríguez, A. Pérez (1999): Comunicación personal de testigos presenciales del desastre en Santa Cruz del Sur

Salas, I., C. Rodríguez y A. Pérez (1999): Comunicación personal de testigos presenciales del desastre en Playa del Cajío

Salas, I., R. Pérez Parrado., O., García, A., Pérez y C., Rodríguez (1998): Mapa de peligro por surgencia de ciclones tropicales, en la monografía Desarrollo de las técnicas de predicción y las inundaciones costeras, prevención y reducción de su acción destructiva. Informe Técnico. PNUD. Editora del Instituto de Planificación Física. 1998, 200 pp

SNIP (1983): Normas y reglas de construcción; cargas y acción sobre las obras hidrotécnicas: SNIP 2.0604-82, Moscú, Stroizdat

UBIT- IPF (1992): Información de las Unidades Básicas de Información Territorial. IPF, Cuba.

Abstract

Using the MONSAC2 bidimensional model for hurricane storm surge calculation, a study of the influence of global changes on mean sea level water in the coastal zone in Villa Clara is performed. The hazard of flooding due to storm surge is analyzed. A detailed evaluation of vulnerability in the zone mentioned above is realized.

Is concluded that the region studied will be affected by the rise of mean sea level water caused by storm surge and the Global Change, but the former only will increase lightly related to the actual level. Nevertheless the storm surge will remain as the most dangerous natural phenomena in the region.

The rural and urban concentrated population are the most vulnerable elements in the north coast of Villa Clara. The mitigation actions must be agreed with the community population and decision makers for conscientious acceptance of the solutions adopted to mitigate the impact of coastal flooding due to sea inland penetration.

Special attention to Climate Change Adaptation should be taken over, not only by the people but by politicians who are the decision makers.

Using the MONSAC2 bidimensional model for hurricane storm surge calculation, a study of the influence of global changes on mean sea level water in the coastal zone in Villa Clara is performed. The hazard of flooding due to storm surge is analyzed. A detailed evaluation of vulnerability in the zone mentioned above is realized.

Is concluded that the region studied will be affected by the rise of mean sea level water caused by storm surge and the Global Change, but the former only will increase lightly related to the actual level. Nevertheless the storm surge will remain as the most dangerous natural phenomena in the region.

The rural and urban concentrated population are the most vulnerable elements in the north coast of Villa Clara. The mitigation actions must be agreed with the community population and decision makers for conscientious acceptance of the solutions adopted to mitigate the impact of coastal flooding due to sea inland penetration.

Special attention to Climate Change Adaptation should be taken over, not only by the people but by politicians who are the decision makers.