

Vulnerabilidad de la Zona Costera de Santa Cruz del Sur por surgencia asociada a 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.

** Instituto de Planificación Física.

*** Dirección Provincial de Planificación Física de Camagüey.

**** Dirección Municipal de Planificación Física de Santa Cruz del Sur.

Resumen

Partiendo de un Modelo Dinámico bidimensional para el cálculo de la surgencia, se realiza un estudio de la influencia de los Cambios Globales en el Peligro de penetración del mar por efecto de la surgencia, desde el punto de vista económico y social, en una localidad del país. Se efectúan los cálculos de la altura de la surgencia, los períodos de retorno y las cotas de inundación. Además, se realiza una valoración detallada de la Vulnerabilidad del Asentamiento Costero de Santa Cruz del Sur, provincia de Camagüey, que en esta investigación ha sido tomado como Caso de Estudio Local. Se concluye que la influencia del Cambio Global sobre la surgencia, con el aumento del nivel medio del mar en un escenario máximo, provocaría penetraciones del mar mayores que en la actualidad y que la surgencia continuará siendo el fenómeno más peligroso asociado a un ciclón tropical que afecte la región de estudio. El estudio ratifica la alta peligrosidad al ascenso del nivel del mar del tramo costero donde está ubicado Santa Cruz del Sur, donde el fondo de vivienda e instalaciones existentes están bajo la amenaza de las inundaciones costeras, manteniendo el «Nuevo Santa Cruz del Sur» una ocupación de tierras junto al mar que lo hacen muy vulnerable. Se hace necesario que la labor de Ordenamiento Territorial se dirija a considerar los aspectos del peligro, la vulnerabilidad de la población y sus inmuebles, pues se está en presencia de Alto Riesgo, que pudiera adquirir el carácter de desastre de no trabajarse a tiempo por la adaptación.

Palabras claves: Surgencia, Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo, 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.

La investigación aborda las causas que motivan los procesos de cambios globales en la escala local, que es donde se toman y aplican las decisiones para afrontar los problemas actuales y futuros.

Dentro de la temática del cambio global las zonas costeras son altamente vulnerables en especial las pequeñas islas.

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.

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, según lo manifestado en el Primer Taller Internacional sobre Ciclones Tropicales, Bangkok 1975, IWTC-I, citado por García, 1998, luego resulta imprescindible conocer a profundidad este fenómeno y pronosticar su comportamiento.

Se define la surgencia, 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.

Registros Históricos.

El archipiélago cubano ha sido afectado en muchas ocasiones por huracanes que han traído aparejadas grandes surgencias, por ejemplo, la

asociada al huracán de noviembre de 1932 que produjo la mayor catástrofe natural ocurrida en Cuba, cuando el nivel del mar ascendió más de 6,5 m (Comunicación personal, Salas et. al., 1999) y arrasó completamente el asentamiento costero de Santa Cruz del Sur, ocasionando más de 3 033 muertes y la de octubre de 1944 en Guanímar y Cajío, costa sur de la provincia de La Habana, cuando el mar penetró 10 y 6 km respectivamente, desapareciendo el asentamiento del Cajío, (Ortiz, 1976). En fechas más recientes el huracán Irene de octubre de 1999 ocasionó inundaciones en la costa sur de la provincia de la Habana producto de la surgencia asociada a él, y el huracán Michelle de 2001 que afectó el Archipiélago de Los Canarreos con una altura de 2,4 m., donde Cayo Largo del Sur se vio afectado por una sobre elevación del nivel medio del mar de 1,6 m. Mientras que durante la temporada ciclónica del 2002 los huracanes Isidore y Lili provocaron surgencias en el archipiélago de Los Canarreos y en el sur de la provincia de Pinar del Río.

Antecedentes sobre el pronóstico de la surgencia en Cuba.

Aunque el archipiélago cubano es propenso a la afectación de organismos tropicales, que pueden provocar devastadoras surgencias, no es hasta la década de los años 70 que se comienzan a realizar diferentes investigaciones sobre esta temática.

En 1976 se determinaron los tramos de costas con mayor peligro para la ocurrencia de surgencias (Moreno y Salas, 1976). Posteriormente Lezcano et al., 1993 elaboraron mapas de peligro por penetraciones del mar para las costas de Cuba, y Pérez Parrado y García, 1995 desarrollaron un Modelo Dinámico que permite determinar la altura del nivel medio del mar alrededor del huracán. Posteriormente se perfecciona el mapa de peligro por surgencia de ciclones tropicales en las costas de Cuba (Salas et.

al., 1998) y se confecciona un Modelo Dinámico de Alta Resolución para el pronóstico de la surgencia «MONSAC3» (Pérez Parrado et. al., 2002).

Región de Estudio.

La región seleccionada para este estudio se muestra en el Mapa de Sectores Costeros de la figura 1 (Salas et. al., 1998).

Para esta región se calcularon y compararon las surgencias para diferentes intensidades de los ciclones tropicales y sus períodos de retorno en los escenarios actuales del nivel del mar y para el máximo previsto para Cuba de 95,93 cm (Centella et. al., 1999), valor que se aproxima a 1m para facilitar el análisis de la información.

Materiales y métodos.

Se utilizó el modelo bidimensional dinámico perfeccionado por García y Pérez Parrado, 1999 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) (García y Beaubalet, 1994), para el período de 1891 al año 1991.

Se tomó un círculo con centro en el punto medio del sector que se estaba trabajando utilizando el Mapa de Sectores Costeros que aparece la figura 1 y un radio de 150 km, determinándose la cantidad de ciclones tropicales (CT) que pasaron por el entorno. Para el cálculo de los períodos de retorno se utilizó la formulación propuesta en el SNIP, 1983.

Se define como Peligro a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno dañino en un determinado tiempo y espacio (UNDR0, 1991). Para evaluar la componente del peligro dada por la surgencia se utilizaron los resultados obtenidos por Salas, et. al., 1998 basado en los cálculos de Pérez Parrado et. al., 1998.

Cálculo de la surgencia, períodos de retorno y cotas de inundación.

Dada la similitud de los resultados de la altura de la surgencia y sus respectivos períodos de retorno, se decidió agruparlos en una sola cuenca. Los resultados alcanzados muestran que estos sectores contienen un peligro alto para este fenómeno, incrementándose como promedio en un 4 % para el escenario previsto con respecto al actual (tabla 1).



Fig.1. Mapa de Sectores Costeros con la Región de Estudio.

Tabla 1. Períodos de retorno y altura de la surgencia en los escenarios actual y previsto.

| Período de Retorno (Casos/Años) | Altura de la Surgencia (m) | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|
| | Escenarios | |
| | Actual | Previsto |
| 1/100 | 3,7 | 3,8 |
| 1/50 | 2,2 | 2,3 |
| 1/20 | 0,7 | 0,9 |
| 1/10 | 0,5 | 0,7 |

Al calcular los períodos de retorno para las cotas de 0,5 a 3,0 m se tuvo que, con un escenario previsto de sobre elevación del mar de 1m/100 años, habría como promedio un incremento del 6 % de la

probabilidad de que el fenómeno estudiado se repitiera en las cotas de 0,5 m a 3 m; alcanzando su mayor expresión en la cota de 0,5 m con un incremento del 20 % (tabla 2).

Tabla 2. Cálculo de los períodos de retorno por cotas de inundación. Incremento de la probabilidad para los escenarios actual y previsto.

| Cotas (m) | Períodos de Retorno (Casos/Años) | | Incremento Probabilidad (%) |
|--------------|-------------------------------------|----------|-----------------------------------|
| | Actual | Previsto | |
| | 3,0 | 1/67 | 1/65 |
| 1,0 | 1/23 | 1/21 | 5,0 |
| 0,5 | 1/10 | 1/5 | 20,0 |

Vulnerabilidad del Asentamiento Costero Santa Cruz del Sur a las inundaciones costeras por penetraciones del mar.

Santa Cruz del Sur en la provincia de Camagüey tiene como hecho particular haber sido escenario de la mayor catástrofe de origen meteorológica de Cuba, la surgencia asociada al huracán del 9 de noviembre de 1932. Con los años surgió un nuevo asentamiento de igual nombre. Su población, número de viviendas, instalaciones, actividades económicas y sociales, así como las medidas de protección implementadas en el tiempo por pobladores y el gobierno, están expuestos en la actualidad al efecto previsible de los cambios climáticos globales y en particular al paso de los ciclones tropicales.

Santa Cruz del Sur fue fundado en 1828 junto a la línea de costa en la llanura sur de Camagüey entre mar, playazos y manglares. El Censo de 1899 registró 1210 habitantes, cifra que creció lentamente como reporta el censo de 1931 (3628 hab), un año después murió aproximadamente el 83 % de esta población por la surgencia del huracán de 1932, provocando la desaparición física del asentamiento. Ya en 1970 se alcanza la cifra de 10 799 hab.

La evolución posterior del asentamiento queda plasmada en las estadísticas del censo del 1981 que reportó 15 776 hab, posteriormente la Oficina Nacional de Estadística brindó el dato de 17 125 hab. en 1999.

La figura 2 muestra el lugar donde se asentó originalmente la población hasta el año 1932.

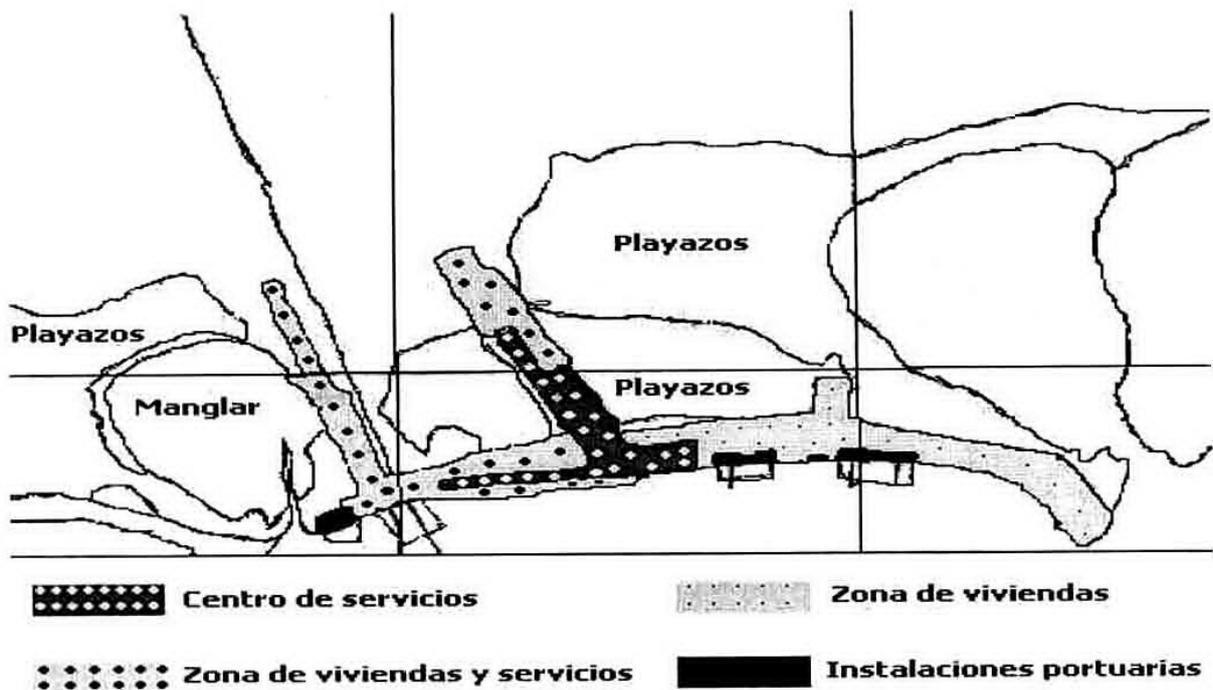


Fig. 2. Estructura del asentamiento Santa Cruz del Sur en el año 1932.
Fuente: Cañete I., 1999

El asentamiento se encontraba por debajo de la cota de 0,8 medida sobre el nivel medio del mar, ocupando la zona de máximo peligro ante la ocurrencia

de inundaciones por diversas causas. En la actualidad Santa Cruz del Sur tiene la estructura que aparece en la figura 3.

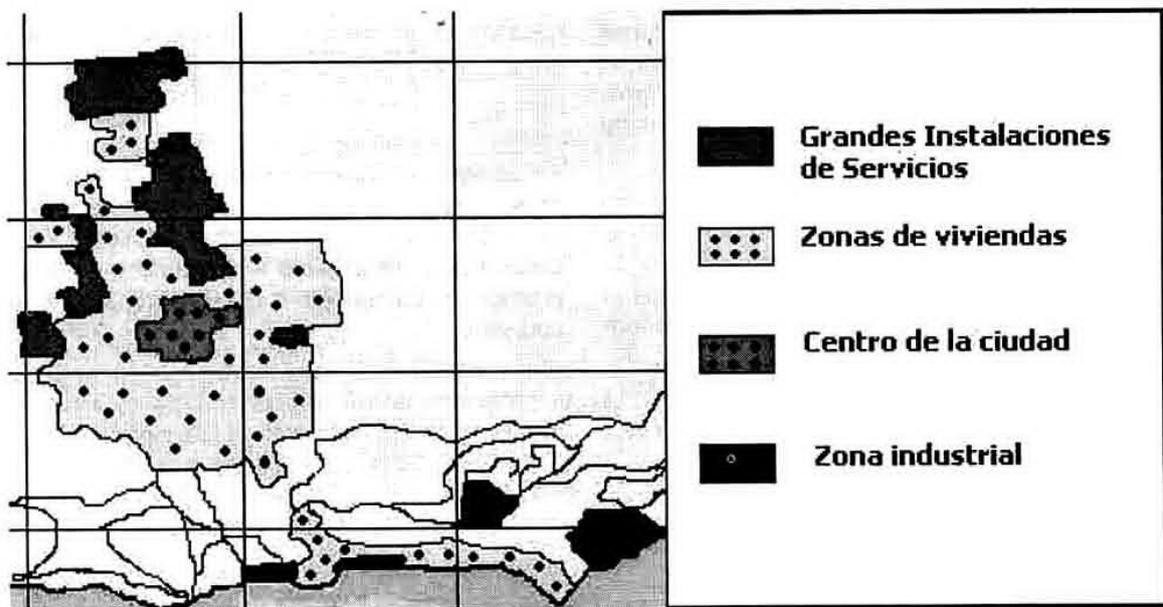


Fig.3. Estructura del asentamiento Santa Cruz del Sur en el año 1999.
Fuente: Dirección Municipal de Planificación Física de Santa Cruz del Sur, 1999

La reconstrucción de Santa Cruz del Sur, se inició en 1933 poco después de la catástrofe, la nueva localización se realizó en un área distante entre 1 y 1,5 km de la costa, en una altitud superior a 1 m. sobre el nivel medio del mar, en topografía muy llana y deficiente drenaje natural.

En la etapa comprendida entre 1940 - 1959, se produce la expansión y aparecen zonas de viviendas y un conjunto de instalaciones de servicio. Se inicia un avance del asentamiento hacia la zona sur próximo a la costa. Entre 1959 - 1975 existe el mayor dinamismo en el desarrollo del asentamiento, crecimiento en áreas potencialmente afectables por surgencia.

Aunque un elevado porcentaje del área del asentamiento está por encima de los niveles de ascenso del nivel del mar previstos por cambios globales, los niveles históricos de inundación y los previsibles ante el incremento de las precipitaciones en particular y la propia surgencia, confirman el criterio de estar ante un asentamiento sometido a Peligro Alto.

En el período 1959 - 1975 se ejecutan dos obras de vital interés e importancia para la mitigación de desastres en el asentamiento:

- Malecón de 1,5 km de longitud y 0,8 m de alto (año 1961)
- Rectificación del río Najasa (año 1964)

Estas obras han influido en la disminución de las inundaciones pero han impactado al medio, sin constituir soluciones totales para enfrentar las probabilidades e intensidades de las surgencias que hoy se han estudiado a profundidad, sin embargo se les reconoce como pasos dados y dirigidos a mitigar la reiteración de las situaciones de peligro, contribuyendo al retorno de la población a la zona de playa ante la seguridad brindada.

Entre 1975 y 1999 se registra un continuó proceso de consolidación del asentamiento coincidiendo territorialmente con el antiguo Santa Cruz del Sur, lo que provoca por segunda vez en su historia que el asentamiento esté en cotas inferiores de 0,8 m. sobre el nivel medio del mar.

En la tabla 3 se aprecia la tendencia de crecimiento a partir de 1932 hacia zonas más altas, ocupando en 1999 (112,5 ha) entre 2,5 y 5 m de altura, donde las áreas son de menor peligro.

Tabla 3. Secuencia constructiva por períodos y alturas sobre el nivel medio del mar.

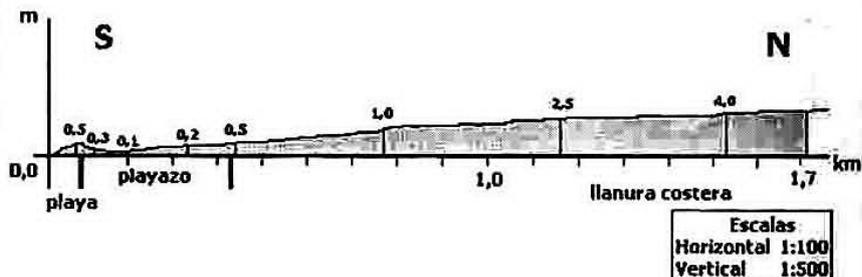
| Período (Años) | Altitud (sobre el nivel medio del mar) (m) | Superficie (ha) | (%) |
|----------------|--|-----------------|-----|
| 1828 - 1931 | 0 - 0,5 | 19,0 | 100 |
| | Total | 19,0 | 100 |

1932 Destruído el asentamiento de Santa Cruz del Sur

| | | | |
|--------------|---------|--------------|------------|
| 1933 - 1940 | 1,0 2,5 | 3,5 | 14,6 |
| | 2,5 5,0 | 20,5 | 85,4 |
| | Total | 24,0 | 100 |
| 1940 - 1959 | 0,5 1,0 | 1,5 | 2,8 |
| | 1,0 2,5 | 21,5 | 39,3 |
| | 2,5 5,0 | 31,0 | 57,9 |
| | Total | 53,5 | 100 |
| 1959 - 1975 | 0,5 1,0 | 6,0 | 4,0 |
| | 1,0 2,5 | 62,0 | 41,3 |
| | 2,5 5,0 | 82,0 | 54,7 |
| | Total | 150,0 | 100 |
| 1975 - 1999 | 0,5 1,0 | 41,5 | 19,2 |
| | 1,0 2,5 | 62,0 | 28,7 |
| | 2,5 5,0 | 112,5 | 52,1 |
| Total | | 216,0 | 100 |

La figura 4 muestra mediante un perfil transversal de sur a norte de la localidad, con una topografía muy llana que contribuye a la vulnerabilidad, máxime cuando una vez iniciado el incremento de altura se descende nuevamente a valores muy próximos a la cota cero.

Fig.4. Perfil transversal topográfico S-N del asentamiento Santa Cruz del Sur.



La tabla 4 expresa el Peligro por categorías, no han sido contemplados los eventos de baja probabilidad de ocurrencia como las surgencias en

las categorías de Alto y Moderado. El 100 % del asentamiento está afectado, por lo que no se reportan áreas sin peligro.

Tabla 4. Clasificación del asentamiento según percepción del peligro de inundación.

| Peligro | Superficie afectada (ha) | Por ciento (%) |
|--------------|--------------------------|----------------|
| Muy Alto | 37,0 | 17,1 |
| Alto | 78,0 | 36,1 |
| Moderado | 101,0 | 46,8 |
| Total | 216,0 | 100 |

Vulnerabilidad actual y perspectiva a las inundaciones.

Una vez identificado el peligro por inundaciones debido a la surgencia hay que evaluar la estructura actual del asentamiento, para delimitar su vulnerabilidad.

La estructura actual muestra su carácter expandido, con zonas de viviendas, la primera consolidada en los alrededores del núcleo central y otra asentada en el área de playa, una zona de centro, donde radica el grueso de las instalaciones de servicios, una zona de servicios superiores desplazada hacia el centro y norte en cotas mayores a los 3 m y la zona industrial.

Las instalaciones, viviendas, infraestructuras y población radicadas en las áreas potencialmente impactables por el peligro, son elementos vulnerables ante los cambios climáticos esperados y a los eventos meteorológicos extremos y su distribución puede verse nuevamente afectada por una situación calificada de catastrófica.

En la actualidad hay un total de 17 125 habitantes distribuidos en 4312 viviendas. Se ha estimado que el 9 % de esta población vive en cotas inferiores a 0,5 m, un 2 % lo hace entre 0,5 y 1,0, el 50% entre 1,0 y 2,5 m mientras el 39 % restante se localiza en zonas menos vulnerables comprendidas entre 2,5 y 5,0 m.

La vivienda, por su magnitud, valor y distribución en el asentamiento se ha evaluado como uno de los elementos vulnerables más importante. El estudio aborda cantidad, tipo y estado del fondo existente, elementos estos clave en el cálculo de la exposición al peligro.

Las viviendas más generalizadas corresponden a las categorías III y IV (figura 5), el 86 % del total; las más vulnerables por la calidad de los materiales con que se han edificado. En el intervalo de altura de 0,25-0,5 m, están establecidas 442 viviendas, el 11 % del total, son éstas las más expuestas. Este grupo de viviendas se caracteriza por corresponder en un 61 % a la categoría IV siendo las más débiles desde el punto de vista constructivo.

La imagen de la distribución actual de las viviendas según su tipología de construcción se aprecia en el mapa de la figura 5.

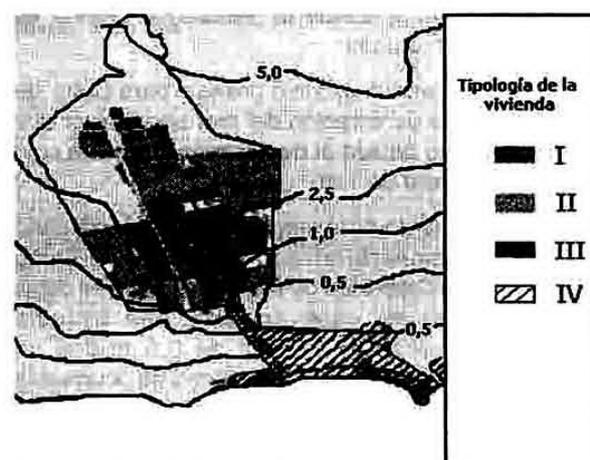


Fig.5. Tipología de la vivienda promedio por manzanas de Santa Cruz del Sur, 1999

A partir del mapa puede concluirse que:

➤ Tipología I es el grupo de mayor solidez constructiva, se ubica de modo compacto al norte, en alturas superiores a los 2,5 m y hasta valores de 5 m las situadas más al norte

➤ Tipología II está pobremente representada en el asentamiento.

➤ Tipología III es la categoría dominante.

➤ Tipología IV es el segundo nivel de aparición de las viviendas, ocupando en lo fundamental zonas periféricas del asentamiento.

Para identificar en la práctica el carácter de la vulnerabilidad de un asentamiento se hace imprescindible establecer el estado de deterioro alcanzado por el fondo de viviendas. El diagnóstico realizado considera tres niveles cualitativos de valoración, (bueno, regular y malo), De la Riva et. al, 2000, que han sido distribuidos por intervalos altimétricos.

Del total de viviendas evaluadas, 1805, que representan el 44,7 % poseen estado constructivo Bueno y están localizadas fundamentalmente entre 1,0 y 5,0 m de altura; en estado Regular existen 998 viviendas, el 24,7 %, que coinciden territorialmente con el intervalo de altura anterior, mientras en la última categoría de Malo se agrupan 1239 viviendas el 30,6 %; que son las de mayor vulnerabilidad. El 57 % de las viviendas contempladas en la categoría de malo se hallan a una altura entre 0,25 y 0,5 m.

Conclusiones.

➤ Las surgencias extraordinarias se producen cuando se dan condiciones muy favorables en los sectores costeros, donde la plataforma marina es ancha y poco profunda

➤ En el escenario máximo previsto para Cuba de 1m/100 años la penetración del mar será mayor que en la actualidad debido al desplazamiento de la cota cero hasta la cota de 1 m.

➤ El incremento de la surgencia para el escenario previsto, ocasionará un aumento del 6 % como promedio de probabilidad de afectación para las cotas de 0,5 a 3,0 m; este aspecto se aprecia fundamentalmente en la cota de 0,5 m con un incremento del 20 % de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno

➤ El nuevo Santa Cruz del Sur ha asimilado cotas de mayor altura para su emplazamiento, sin embargo, se mantiene una ocupación de tierras junto al mar que le hacen muy vulnerable

➤ El malecón existente en la zona de playa, atenúa los efectos de las penetraciones del mar cuando estos poseen alturas inferiores a la de su corona, pero en el caso de producirse condiciones extremas, la situación puede tornarse crítica, convirtiéndose en muro de contención una vez que es sobrepasada su altura, impidiendo evacuar con rapidez las aguas que avanzan al interior de la tierra una vez cesado el fenómeno que le da origen

➤ El alto nivel de vulnerabilidad detectado en particular en la vivienda, tanto en tipología constructiva como en nivel de deterioro, constituyen elementos de importancia a tomar en consideración a los efectos de la necesidad de una adaptación a los procesos de cambio previstos pues no han sido resueltos en las condiciones actuales

➤ La investigación ratifica la alta peligrosidad al ascenso del nivel del mar en el tramo costero; en particular el asentamiento, donde la labor del ordenamiento territorial debe dirigirse a considerar los aspectos del peligro, la vulnerabilidad de la población y sus inmuebles, pues se está en presencia de Alto Riesgo, que puede adquirir carácter de desastre de no trabajarse a tiempo por la adaptación

Bibliografía.

Cañete, J. et al, (1999): Inventario gráfico de la distribución de construcciones y su uso en el Santa Cruz del Sur de 1932

Centella, A., Gutiérrez, T., Limia M. y RiveroR., (1999): Escenario de cambio climático para Cuba. En: UNEP/INSMET. Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. Proyecto No FP/cp/2200-97-12. La Habana, Cuba

De la Riva, M., et al, (2000): Levantamiento del estado constructivo y tipología de la vivienda en Santa Cruz del Sur. Mapas a escala detallada. Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF Camagüey) y Dirección Municipal de Planificación Física Santa Cruz del Sur

García, A. y P. Beubalet, (1994): Sistema de información estadística (SIE). Inédito, UDICT, Instituto de Meteorología

García O. (1998): Modelo dinámico para pronosticar la surgencia provocada por los ciclones tropicales en las costas de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Meteorológicas. La Habana, Cuba. Pp.73

Lezcano, J. C., A. Pérez, R. Casals y A. Peñate (1993): Aspectos esenciales del mapa de riesgo por penetraciones del mar en las costas cubanas. En

Geodinámica Ambiental y Riesgos Naturales. Tomo 1, Memorias del IV. Encuentro de Geógrafos de América Latina Mérida, Venezuela, pp 391-397

Moreno, A. e I. Salas, (1976): Surgencias originadas por tormentas tropicales, sus causas y efectos Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Meteorología, La Habana 15 pp. 49.

Ortíz, R., (1976): Descripción de los cinco huracanes más interesantes que han afectado a Cuba durante los últimos cincuenta años. UDICT del Inst. de Met. La Habana, ACC

Pérez Parrado R. y O. García, (1995): Modelación numérica de las surgencias provocadas por los Huracanes en los alrededores de Cuba. Primera versión MONSAC1. En memorias del VIII Congreso Brasileiro de Meteorología, II Congreso Latino-Americano e Ibérico de Meteorología.» La meteorología en la prevención de los desastres». Vol.2, pp 502-509

Pérez Parrado R. y O. García (1998): 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. 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

Pérez Parrado R., I Salas y J. Dole (2002): Monografía sobre los Modelos para pronosticar la surgencia provocada por los ciclones tropicales. Proyecto de Investigación No. 019. Inédito. INSMET. 93 pp.

Salas, I. y I., Mitranl (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 P., 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.

UNDRO, (1991): Oficina para Casos de Desastres de las Naciones Unidas. Vulnerabilidad y evaluación del riesgo. Programa de entrenamiento para el manejo de desastres.

Abstract

Using a two-dimensional model for hurricane storm surge calculation a study, from the economical and social point of view, of the influence of global changes on flooding due to storm surge is realized. The height of the surge, recurrence periods and flooding levels are calculated. Also a detailed assessment about the vulnerability of the coastal village of Santa Cruz del Sur, Camaguey is performed. It is concluded that the influence of the global change on the storm surge in a future climate maximum scenario will cause bigger flooding than actual one, and that the storm surge will remain as the most dangerous natural phenomena in the region. The study ratifies the high hazard flooding in the area in which Santa Cruz village is located. It is necessary that the territorial arranging task, will give priority to the vulnerability and risk, in order to implement an adaptation policy, to avoid a fatal disaster in this area.