

Analisis de Deteccion de Cambio del Paisaje: Una Herramienta para el maejo de la Costa

JORGE I. EUÁN-AVILA

Recursos del Mar

Centro de Investigación y Estudios Avanzados

Unidad Mérida AP 73 Cordemex, 97138

Mérida, Yucatán, México

RESUME

La zona costera es parte esencial del sistema de soporte de vida que actualmente enfrenta una creciente presión de uso. Mitigar los posibles efectos negativos que sobre los recursos y el medio ambiente costero generan las necesidades básicas y deseos de bienestar de una población en aumento, requiere, entre otras cosas, de un seguimiento y entendimiento de los procesos de cambio en el espacio y en el tiempo. Acciones de planeación para el manejo requieren de datos actuales de la localización y de la extensión del paisaje que es modificado como consecuencia de las actividades del hombre y/o de eventos naturales extremos como son los ciclones e incendios. En este trabajo, se presentan los cambios detectados entre 1979 y 1990 utilizando dos imágenes Landsat MSS en la zona costera del estado de Yucatán, utilizando un procedimiento propuesto por Dobson *et al.* (1995) para la clasificación de la zona costera. Los cambios de la cobertura del suelo fueron relacionados a segmentos de la red de carreteras utilizando mapas de proximidad.

PALABRAS CLAVE: Manejo de zona costera, mapas de proximidad.

Landscape Change Detection Analysis: A tool for Coastal Management

ABSTRACT

Coastal areas are essential parts of a life support system that today faces severe human pressures. Mitigation of possible negative effects on resources and the environment due to increasing human needs involves a better understanding of spatial coastal cover changes. Actions for management of the coast require up to date data on the location and extent of landscapes modified by human activities and/or natural phenomena, such as hurricane and fire. In this work, radiometric changes between 1979 and 1990 in two Landsat MSS images of the coastal areas of the Yucatan were detected using a change detection analysis by Dobson *et al.*, (1995). Land radiometric changes were related to roads with the use of proximity maps.

KEY WORDS: Change detection, coastal zone management, proximity maps.

INTRODUCCIÓN

Una de las herramientas para el manejo y la planeación del uso del paisaje son los mapas temáticos de uso del suelo, de la cobertura vegetal, edafológicos, de hidrología, entre otros (Doing, 1997). Producir de manera oportuna mapas con información sobre las modificaciones que sufre el paisaje, ya sea como resultado de eventos naturales y de las actividades humanas, contribuye a un mejor entendimiento de las consecuencias ecológicas, económicas y de salud humana que éstas inducen (Pickup, 1989; Epstein, 1996). Colectar datos y producir información para este propósito utilizando imágenes de satélite, sistemas de información geográficos y sistemas de posicionamiento global ha sido recomendado y utilizado como una forma apropiada para describir, explicar y predecir posibles cambios y sus efectos en grandes áreas con múltiples ecosistemas (Trackway and Creswell, 1992; Welch and Remillard, 1992; Pickup, 1989; Haines-Young *et al.*, 1993; Euán-Avila, 1997). En este trabajo se presentan los resultados de una detección de los cambios encontrados entre dos imágenes MSS de los años de 1979 y 1990 de la zona costera del Estado de Yucatán y las relaciones encontradas con mapas de proximidad elaborados a partir de los corredores que se generan por de la red de carreteras de la zona.

Los números digitales contenidos en las imágenes de satélite son producto de las mediciones de la radiación reflejada ó emitida de los objetos de la superficie de la tierra que son capturados por barredores multiespectral que operan en diferentes rangos del espectro electromagnético. Estos arreglos de valores han permitido caracterizar objetos y procesos sobre la superficie de la tierra en el tiempo y en el espacio. Estos datos de radiación son adquiridos principalmente de la región visible, infraroja y de microondas del espectro electromagnético. Pickup (1989) menciona que son tres tipos de información la que puede obtenerse de los valores digitales : 1) la radiación reflejada ó emitida de la superficie de la tierra pixel-por-pixel ; 2) la variabilidad espacial de la radiación reflejada ó emitida con la que es posible detectar patrones espaciales ; y 3) los patrones de cambio cuando se tiene información adquirida de varias pasadas del satélite. Este autor señala que la información colectada por los satélites puede ser usada de tres maneras : 1) para describir las propiedades superficiales de las formas del terreno ; 2) para determinar información de variables que tienen una influencia sobre la tasa de operación de los procesos y 3) para describir el estado del paisaje en términos de algunos procesos tales como la erosión. En la utilización temporal de los datos, el Programa Oceánico Costero (Coastal Ocean Program, COP) de la NOAA ha desarrollado un programa para el análisis de cambios en la costa (Coastal Change Analysis Program, C-CAP). La propuesta de análisis se basa en un sistema de clasificación con tres grandes componentes (humedales,

vegetación sumergida y tierras altas) y de varios procedimientos para realizar la detección del cambio con el uso de SIG (Dobson *et al.*, 1995). Este sistema de clasificación y análisis fué desarrollado para realizar inventarios y monitorear cambios en la zona costera. Las divisiones de cada una de estas tres grandes clases del sistema de clasificación, reflejan relaciones ecológicas y clases y sub-clases que pueden ser identificadas con datos de barredoras multispectrales en satélites. Para realizar la detección del cambio se han utilizado técnicas que combinan operaciones de substracción, división, componentes principales y vectores (Dobson *et al.*, 1995; Estman *et. al.*, 1991; Green, 1994). Para la utilización correcta de los datos en las imágenes es necesario corregir y corregir radiométricamente las imágenes antes de realizar las operaciones a menos que se utilicen imágenes previamente clasificadas, lo que evitaría las correcciones radiométricas pero no las de corrección.

MATERIALES Y MÉTODO

Las imágenes MSS (Multi Spectral Scanner) de los años 1979 y 1990 fueron utilizadas para construir una base de datos registrada. El procedimiento de corrección se realizó utilizando siete puntos de control localizados en sitios visibles de las imágenes y aplicando una función de mapeo lineal y remuestreando con el criterio del vecino más cercano. Para hacer comparables los valores digitales, el procedimiento de corrección radiométrica para los valores de radiación en cada una de las bandas se realizó con el algoritmo del programa IDRISI incorporado al comando RADIANCE para Landsat MSS 2 y 4. Para corregir la dispersión de la atmósfera el histograma de los valores radiométricos de una zona profunda de agua fue utilizado para obtener los valores medios y la desviación estándar. Las constantes 32 y 38 fueron restadas de las bandas MSS4, los valores 14 y 14 para MSS5 y los valores 7 y 7 para MSS6 (la banda 7 no fue utilizada). El procedimiento de detección de cambio utilizado se basa en la preparación de una máscara binaria (Dobson *et al.*, 1995) para señalar las zonas en donde se encontraron grandes cambios en los valores de la radiación reflejada. Para determinar estos sitios de cambios las diferencias entre las bandas 4, 5 y 6 fueron calculadas (fecha de 1979 - fecha 1990) y un umbral para separar las zonas de cambios de las de no cambio fue elegido utilizando los valores medios y las desviaciones estándar de las diferencias. El histograma de las diferencias de la banda 5 es mostrado en la Figura 1.

Dos máscaras fueron elaboradas, una a partir de los valores negativos quienes indican un aumento de los valores de radiación con respecto a los valores en el pasado y la otra con los positivos, que indican una disminución de la radiación en relación a los valores de la imagen de 1979. La Figura 2 muestra éstas máscaras para las diferencias entre las bandas 5. Los resultados de las bandas 4, 5 y 6 fueron sumadas (O lógico) para generar una sola máscara. Con el

propósito de relacionar a desarrollos culturales los cambios observados se elaboró un mapa de proximidad con segmentos de la red de carreteras (Figura 3) y obtener una gráfica de los cambios en relación a la distancia. El mapa de proximidad fue considerado hasta una distancia de 21 pixeles al corredor (aproximadamente 1600 m) con intervalos de 80 m. Los cambios radiométricos fueron contabilizados en función de la distancia a los corredores con cada una de las máscaras binarias para producir las gráficas que se muestran en las Figuras 4 y 5.

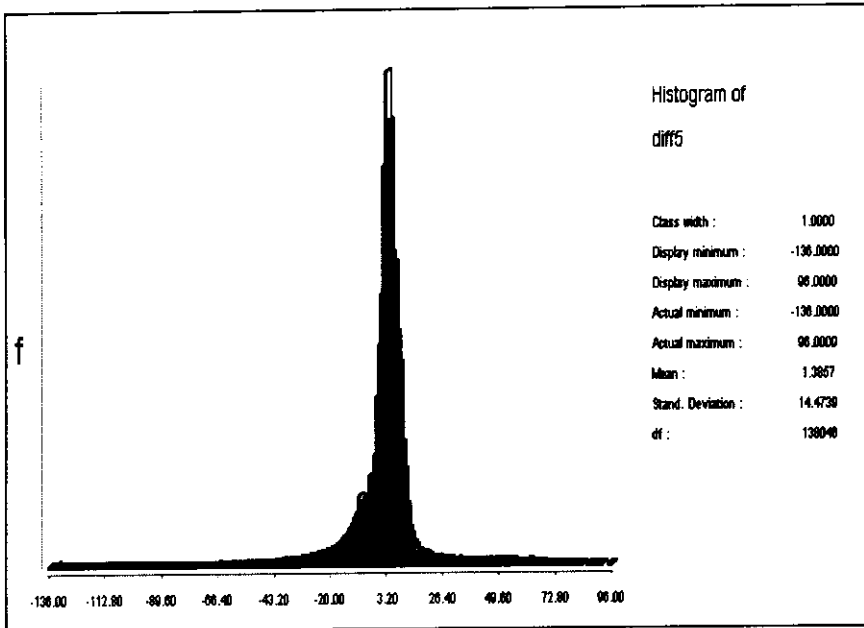


Figura 1. Histograma de las diferencias entre las bandas MSS - 5 (MSS5_1979 - MSS5_1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del proceso de correregistro indican un valor para el error cuadrático medio (RMS) de 0.457 de pixel. Los residuales para los siete puntos utilizados son: 0.318, 0.348, 0.782, 0.169, 0.473, 0.255 y 0.560. Los cuales indican un correregistro adecuado (menos de 1/2 pixel) para un análisis de cambio. Los resultados en la máscaras de cambio indican una zona potencial de cambios en el terreno con una extensión de 5, 625 pixeles para sitios donde las diferencias resultaron positivas y de 5, 132 pixeles para las diferencias con valores negativos para un total de 138, 046 pixeles que cubren el total de la subescena. El aumento de los valores de radiación (bandas 4, 5 y 6) entre las fechas sugiere una pérdida de vegetación y/o pérdida de humedad en los suelos, situación que se presenta en la duna costera principalmente y con algunos parches en la zona de humedales entre los segmentos "C" y "D" de las carreteras. Una disminución de la radiación es un indicador de repoblación de la vegetación y/o de un aumento de la humedad en los suelos, una visita de campo permitió identificar que hacia el lado izquierdo del segmento "C" de las carreteras existe vegetación y que ésta, pudiera estar en un proceso de repoblamiento mientras que la zona hacia la derecha del segmento "D" resulta un cuerpo de suelo no consolidado y desnudo del que, muy probablemente, se ha detectado un cambio temporal por un aumento de la humedad. Al relacionar el mapa de proximidad a estos cambios, los resultados indican, para el caso de ganancias en la radiación entre las dos fechas, existe una relación decreciente del número de cambios al aumentar la distancia. Se observa que el 90% de estos cambios ocurren dentro de una zona en ambos lados de las carreteras de 15 pixeles de distancia. En el caso de los cambios generados por una disminución de la radiación, se observa que la frecuencia de cambios aumenta con la distancia, alcanzan un máximo y luego decrecen conforme ésta sigue aumentando.

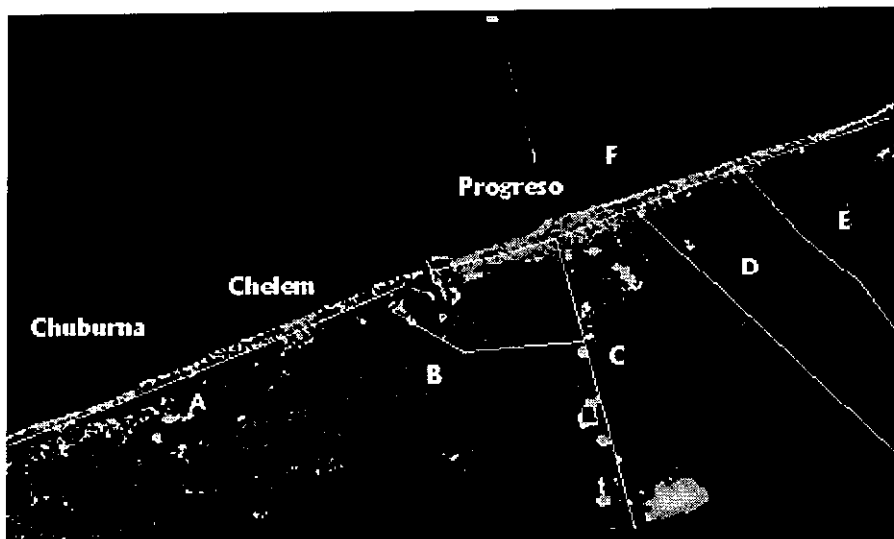


Figura 2. Cambios radiométricos extremos al excluir el 95% de las diferencia calculadas entre las bandas MSS - 5.

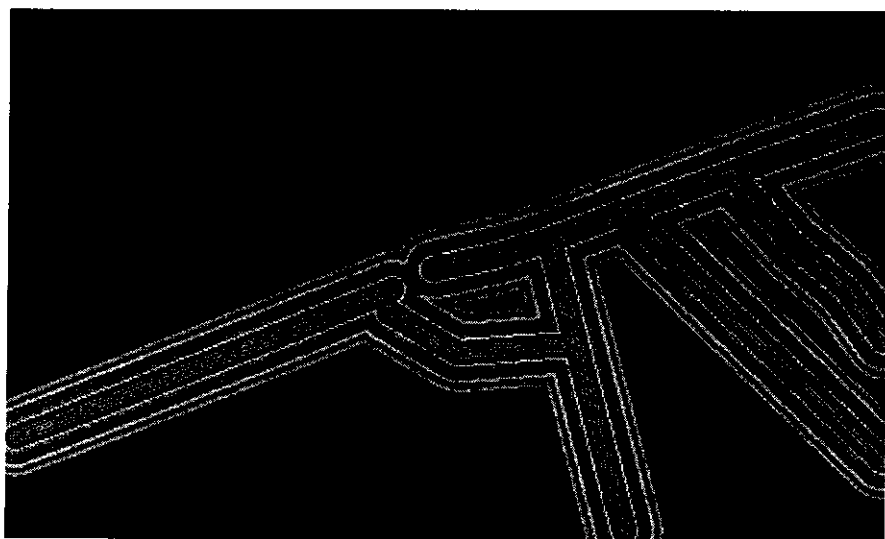


Figura 3. Mapa de proximidad a las carreteras.

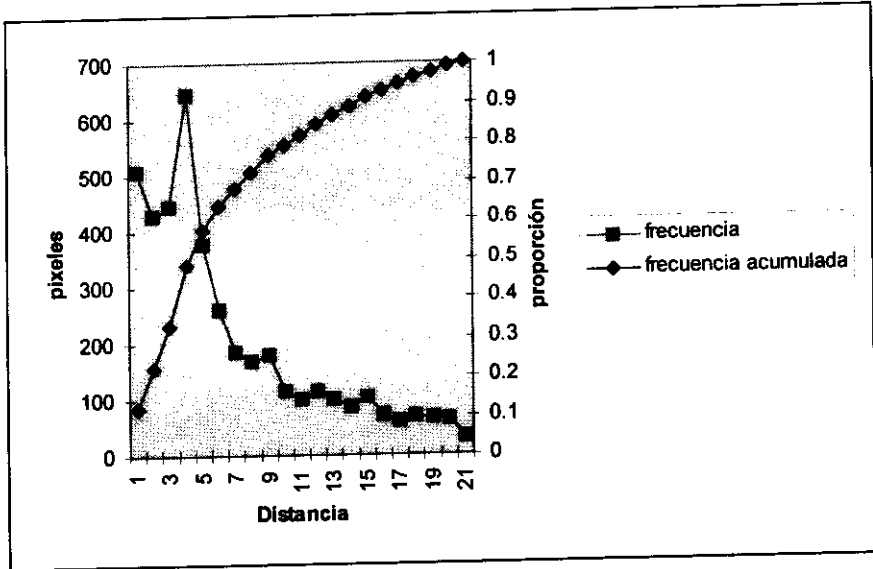


Figura 4. Cambios radiométricos por aumentos de la radiación en la imagen de 1990 en función de la distancia a las carreteras.

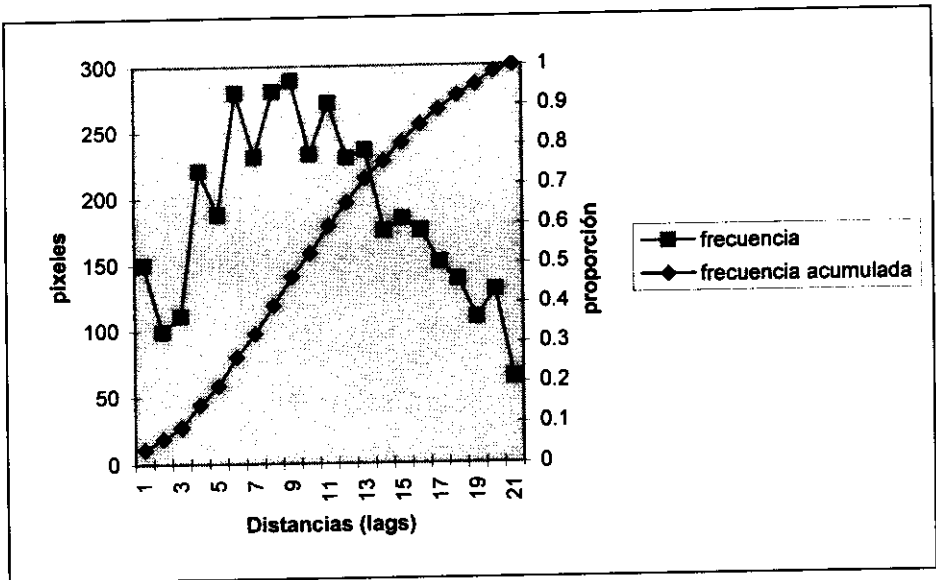


Figura 5. Cambios radiométricos por disminución de la radiación en la imagen de 1990 en función de la distancia a las carreteras.

CONCLUSIONES

La ubicación y la extensión de áreas de cambio en la zona costera fueron identificadas a partir de los cambios observados en la radiación reflejada. Estos cambios, que sugieren modificaciones temporales ó permanentes en las coberturas del suelo, fueron ubicados principalmente en la duna costera y los humedales de manglar cercanos a las poblaciones de Chuburná, Chelem, Progreso y Chicxulub con una extensión aproximada de 138,046 pixeles de aproximadamente 80x80 m. Esta identificación inicial de la localización cuales y de su extensión permite decidir hacia donde centrar esfuerzos de investigación, de restauración ó de administración de los recursos en la costa. De no anticipar programas adecuados para su manejo, es posible alterar de forma permanente y de manera negativa la productividad de ecosistemas como el manglar, del cual dependen cucintos pobladores de la costa para satisfacer necesidades básicas.

LITERATURA CITADA

- Dobson, J. E., E. A. Bright, R. L. Ferguson, D. W. Field, L. L. Wood, K. D. Haddad, H. Iredale III, J. R. Jensen, V. V. Klemas, R. J. Orth, and J. P. Thomas, 1995, *NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guide for Regional Implementation*. NOAA Technical Report NMFS 123.
- Doing, H. 1997. The Landscape as an ecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 63:221 - 225.
- Eastman, R. and McKendry J., 1991, *Change and Time Series Analysis*. Exploration in Geographic Information Systems Technology, a Workbook Series, Vol. 1, The United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), 86 p.
- Epstein, P. R. and David J. Rapport. 1996. Changing Coastal Marine Environments and Human Health. *Ecosystem Health* 2(3):167 - 176.
- Euán-Avila, Jorge I. 1997. *Physical and Human Dimensions for Integrated Coastal Management: Assessment of Coastal Changes and Resident Knowledge Base in Coastal Areas of the Yucatán Peninsula*. Ph. D. Dissertation. Michigan State University, East Lansing. 212 p.
- Green K., Dick Kempka and Lisa Lackey. 1994. Using Remote Sensing to Detect and Monitor Land-Cover and Land-Use Change. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 69(11):331 - 337.
- Haines-Young, R., D.R. Green and S. Cousins 1993. Landscape ecology and geographical information systems. Pages 3 - 8 in: R. Haines-Young, D. R. Green and S. Cousins (eds.) *Landscape Ecology and GIS*, Taylor & Francis.
- Pickup, G. 1989. Remote Sensing of Landscape Processes. Pages 221 - 247 in: R. J. Hobbs and H. A. Mooney (eds.) *Remote Sensing of Biosphere*

Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

Functioning, Springer-Verlag.

Thackway, R. and I. D. Cresswell, 1992, *Environmental Regionalizations of Australia : A User-Oriented Approach*, Environmental Resources Information Network, Australian National Parks and Wildlife Services, Canberra, Australia.

Welch, R. and M. Remillard, 1992, Integration of GPS, Remote Sensing, and GIS Techniques for Coastal Resource Management. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* **58**(11):1571-1578.