

Cambios Geomorfológicos en el Río Grande de Añasco (1930-2004)

JONATHAN MUNOZ-BARRETO¹, EUGIBIMAR RAMOS-GUZMAN²

¹*Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura, ²Departamento de Geología
Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, P.O. Box 9017 Mayagüez, Puerto Rico 00681-9017*

Resumen- En este trabajo se utilizaron los beneficios que nos brinda la Teledetección para, estudiar, comprender y determinar los cambios ocurridos sobre la superficie terrestre. En la investigación realizada se estudiaron los cambios geomorfológicos ocurridos entre los años 1930-2004 en el Río Grande de Añasco utilizando el software ENVI. Para esto se utilizó una serie de fotografías aéreas del 1930, 1990, 2004 y una imagen de Ikonos del año 2000. El programa ENVI fue la herramienta principal para la realización de esta investigación ya que fue la interface que nos permitió llevar a cabo el pre procesamiento de nuestras imágenes, para su posterior extracción de datos. Culminando con un producto que nos ilustra que el río Grande de Añasco muestra el típico comportamiento de un río tipo meandro.

Palabras Clave: Teledetección, Geomorfología y Río Grande de Añasco

INTRODUCCIÓN

Como conocimiento general, se puede decir que un meandro es un río con movimiento sinuoso. La razón por la cual su movimiento es sinuoso es por que el río toma esa forma como una manera de adquirir velocidad. El río meandroso se localiza en un lugar relativamente plano donde el cambio más drástico en altitud está en donde corre el río. El río tiene algunos

constituyentes únicos los cuales se encuentran los "cutoffs", lagos de arcos (oxbow lake), secuencias de "point bar", pantanos traseros (back swamp) y "channel lags". Los "channel lags" son las partes características de un río que reducen su tamaño de acuerdo a la cantidad de sedimento que se ha depositado causando que se erosione más del lado opuesto. El sedimento se erosiona, por movimientos en espiral, en el lado externo de la curva y se deposita en el lado

interno de la curva, formando superficies de acreción lateral. Estos son estructuras de depósitos transgresivos por tiempo pero continuos. Los ríos meandrosos están rodeados en sus flancos por levés naturales que mantienen al río en su cauce hasta que ocurra un evento de inundación del valle aluvial. En caso de que esto ocurra se inunda el valle y se depositan los sedimentos más pequeños y laminados como lo son la arcilla, el silo y la materia orgánica, en los “oxbow lakes”(Prothero and Schwab, 2004, Easterbrook, 1999). La mayor parte de estas estructuras se encuentran cubiertas por plantas debido al ambiente donde se da el río en Puerto Rico, sin embargo se pueden ver en caso de que haya una construcción o que se desyerbe el área.

En este estudio se estudiaron los cambios que ha sufrido el Río Grande de Añasco en los últimos 74 años de acuerdo a su cambio en sinuosidad, longitud y ancho. Para esto se utilizarán fotos aéreas e imágenes de los sensores IKONOS y DCS.

Aspectos que se deben tomar en consideración al estudiar un río meandroso:

- **Índice de sinuosidad**

La manera en la que se comporta un meandro se puede medir cuantitativamente con una de las siguientes fórmulas:

$$S = \text{largo de canal} / \text{largo del valle}$$

$S = \text{largo del canal} / \text{largo de onda del meandro}$ (Easterbrook, 1999).

- **Longitud**

- **Ancho**

METODOLOGÍA

Fotos Aéreas e Imágenes Satelitales

Para Comparar los cambios sufridos en el río Grande de Añasco se compilaron una serie de fotos aéreas e imágenes satelitales que acaraban un lapso de 74 años. La primera imagen utilizada data del año 1930 y corresponde al primer set de fotos aéreas tomadas por el ejército de los Estados Unidos de América de la Isla de Puerto Rico. Esta imagen

se encuentra a una escala de 1:1000. La segunda Fotografía utilizada corresponde al año 1999 y fue tomada por la NOAA. La Tercera Imagen utilizada corresponde a una Imagen Satelital de Ikonos tomada en el año 2000 al 1 metro de resolución espacial y concluyendo nuestro lapso de tiempo tenemos una imagen DCS correspondiente al año 2004.



Figura 1. Área de estudio con las estaciones de control
Pto. Rojo Latitud $18^{\circ} 16' 8.59''$ Longitud $67^{\circ} 9' 6.74''$
Pto. Amarillo Latitud $18^{\circ} 15' 53.92''$ Longitud $67^{\circ} 8' 4.99''$

Preprocesamiento

El pre procesamiento de la imagen son aquellas operaciones que se realizaran antes de

comenzar el análisis de la misma. Para este estudio se llevo a cabo una Georeferenciación todas las imágenes usando como base la Imagen satelital de Ikonos del año 2000. Este procedimiento nos permito darle coordenadas geográficas conocidas y coordenadas UTM para la región de las fotos aéreas del 1930, 1999 y 2004 para su posterior análisis.

Análisis (obtención de datos)

El análisis realizado para demostrar los cambios geomorfológicos del Río Grande de Añasco se baso en medidas de longitud, anchura y sinuosidad. Para esto se tomaron medidas en puntos específicos a lo largo del río para comparar los valores obtenidos a través de los años.

Medidas de longitud (largo)

Para medir el largo de río se localizaron unos puntos de control en las 4 imágenes. Estos punto de control no variaban de imagen en imagen ya que tenían las mismas coordenadas geográficas y estaban georeferenciadas al mismo sistema de coordenadas. Una vez establecidos

los puntos se procedió a medir el largo usando ENVI.

Año	Latitud Inicial	Latitud Final	Longitud Inicial	Longitud final	Largo del río
1930	18°16'8.59"	18°15'53"	67°9'6.74"	67°8'4.94"	3.44km
1999	18°16'8.59"	18°15'53"	67°9'6.74"	67°8'4.94"	4.41km
2000	18°16'8.59"	18°15'53"	67°9'6.74"	67°8'4.94"	4.41km
2004	18°16'8.59"	18°15'53"	67°9'6.74"	67°8'4.94"	4.34km

Figura 2. Tabla comparativa de largo del río

Medidas de Ancho

Para este procedimiento se localizaron diferentes puntos de controles a lo largo del río y utilizando ENVI se procedió a medir su anchura.

Año	Latitud Inicial	Latitud Final	Longitud Inicial	Longitud final	Ancho del río
1930	18°16'19.20"	18°16'18.74"	67°8'56.20"	67°8'56.03"	31m
1999	18°16'19.20"	18°16'18.74"	67°8'56.20"	67°8'56.03"	13.892m
2000	18°16'19.20"	18°16'18.74"	67°8'56.20"	67°8'56.03"	13.812m
2004	18°16'19.20"	18°16'18.74"	67°8'56.20"	67°8'56.03"	14.142m
Pto 2					
1930	18°16'14"	18°16'13.79"	67°8'59.20"	67°8'56.20"	23.345m
1999	18°16'14"	18°16'13.79"	67°8'59.20"	67°8'56.20"	15.620m
2000	18°16'14"	18°16'13.79"	67°8'59.20"	67°8'56.20"	15.610m
2004	18°16'14"	18°16'13.79"	67°8'59.20"	67°8'56.20"	15.269m
Pto 3					
1930	18°16'18.74"	18°16'18.35"	67°8'56.59"	67°8'56.46"	29.154m
1999	18°16'18.74"	18°16'18.35"	67°8'56.59"	67°8'56.46"	14.422m
2000	18°16'18.74"	18°16'18.35"	67°8'56.59"	67°8'56.46"	14.220m
2004	18°16'18.74"	18°16'18.35"	67°8'56.59"	67°8'56.46"	14.212m

Figura 3. Tabla comparativa de la anchura

Índice de sinuosidad

$$S = \text{largo de canal} / \text{largo del valle}$$

Para demostrar cualitativamente como cambiaba la sinuosidad del Río utilizamos ENVI que nos permite sobreponer las diferentes imágenes unas sobre las otras para observar el cambio en sinuosidad.



Figura 4. Cambio en Sinuosidad 1930-2000



Figura 5. Cambio en Sinuosidad 1930-2004



Figura 6. Cambio en Sinuosidad 2000-2004

Resultados

Al igual que cuando se comparan los valores cuantitativos las coordenadas, longitud del río y anchura, como cuando observamos los cambios en las imágenes enlazadas podemos concluir que en el lapso de los 74 años los cambios son bruscos mientras en 2000, y 2004 los cambios son mínimos. En base al estudio realizado podemos concluir que a lo largo del tiempo el río se ha vuelto más sinuoso aumentando así su longitud, en cambio ha disminuido su anchura.

Productos obtenidos

Mapas Georeferenciados del Área de estudio,

Coordenadas Iniciales: Aproximadas

Latitud $18^{\circ} 16' 8.59''$

Longitud $67^{\circ} 9' 6.74''$

Coordenadas Finales: Aproximadas

Latitud $18^{\circ} 15' 53.92''$

Longitud $67^{\circ} 8' 4.99''$

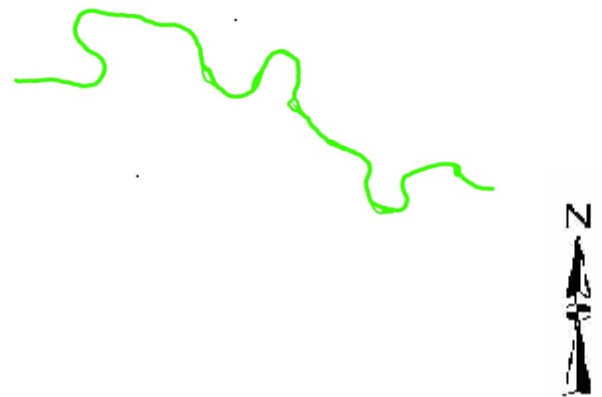


Figura 6. Mapa 1930

Conclusiones:

El Río Grande de Añasco ha sufrido cambios marcados entre los años 1930 a 2004. Se puede considerar que hubo una reducción del flujo causando que el río adquiriera un comportamiento más sinuoso y redujera su ancho para adquirir mayor velocidad. Utilizando la aplicación de ENVI se pudo comparar el cambio drástico que sufrió el río desde el 1930 hasta la actualidad, y los cambios sutiles que sufrió desde el 1993 hasta el 2004. Sin embargo el poder determinar si la razón real del cambio fue por un aumento en la carga de sedimentos, por reducción de precipitación en área, o por eventos catastróficos consecutivos en el área requeriría ampliar la investigación a la búsqueda de información en campo. Se requeriría determinar la densidad de los sedimentos suspendidos y no suspendidos que se encuentran en el

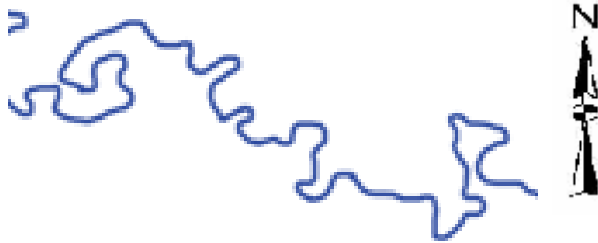


Figura 7. Mapa 1999



Figura 8. Mapa 2000

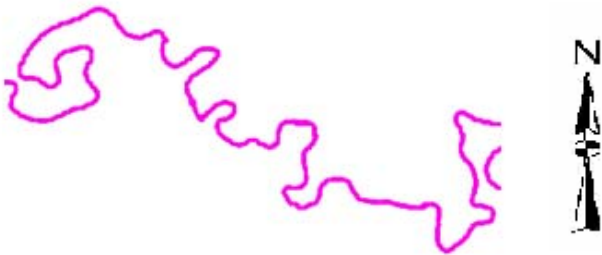


Figura 9. Mapa 2004

canal y determinar la profundidad del canal en diferentes puntos del área estudiada. También esto requeriría que se hubiese hecho desde el 1930, factor temporal un poco difícil de realizar. Sin embargo se pudo determinar que el río sufrió un cambio en su longitud y canal.

Agradecimientos

A la Profesora Linda Vélez, ya que sin sus Imágenes este trabajo no hubiese sido posible, Al Profesor Fernando Gilbes, ya que sus enseñanzas hicieron posible este trabajo. A Ingrid N. Agosto, porque sus ideas también forman parte de este Trabajo. A todos los compañeros de Geol 4048 que de una forma u otra aportaron.

Referencias:

- ALVAREZ, ALDO. 2005. *Channel Platform Dynamics of an Alluvial Tropical River*. Texas A&M
- CAMPBELL, J.B 2007. *Introduction to Remote Sensing*.
- Easterbrook, D.J., 1999, *Surface Processes and Landforms*, 2nd Ed., New Jersey: Prentice Hall
- MIALL, A. D. 1996. *Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag. Berlin. 582 pp.
- Prothero, D.R., Schwab, F., 2004, *Sedimentary Geology: An Introduction to Sedimentary Rocks and Stratigraphy*, 2nd Ed., New York: W. H. Freeman and Company