

MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

Scarlet Cartaya (scartaya@yahoo.com);
Williams Méndez (williamsmendez@hotmail.com)
(UPEL-IPC)

Recibido: 05/05/2004

Aprobado: 08/12/2005

RESUMEN

El propósito principal de este trabajo es establecer un modelo geomorfológico que sintetice la dinámica del sistema estuarino de la desembocadura del río Hueque. Para el desarrollo del modelo se realizaron trabajos de campo en los que se recolectaron muestras de sedimentos de los ambientes depositacionales identificados, así como mediciones de las dimensiones de éstos, pendientes de playa, batimetría, oleaje y mareas. Se midieron parámetros físicos y químicos del agua como temperatura, pH, salinidad, conductividad eléctrica y transparencia. El trabajo de laboratorio se fundamentó en los análisis de textura, carbonatos, materia orgánica, minerales pesados y mineralogía por difracción de rayos X de las muestras de sedimentos. Se analizaron datos de clima, red de drenaje, mareas y oleaje y se realizó una fotointerpretación detallada del área. El estuario del río Hueque se comporta similar a un caño de marea, con aguas mezcladas y sin estratificación, fuerte tendencia a la hipersalinidad y pH entre neutro y ligeramente básico. Sobre la base de los factores y los procesos implicados, las características sedimentológicas de los ambientes depositacionales y el desarrollo y evolución



del área, se concluyó que la desembocadura del río Hueque puede ser definida como un sistema estuarino de edad reciente.

Palabras claves: ciencias de la tierra; ciencias naturales; hidrología.

GEOMORPHOLOGIC MODEL OF A TROPICAL ESTUARY IN THE CARIBBEAN REGION: THE MOUTH OF THE HUEQUE RIVER, EAST COAST OF THE FALCON STATE, VENEZUELA

Summary

The main purpose of this article is to establish a geomorphologic model that synthesizes the dynamics of the estuary system at the mouth of the Hueque River. To develop the model a field study was conducted to collect and measure samples of sediments within the identified depositional environments. Simultaneously other measurements, including beach incline, tides and swell, were carried out. Physical and chemical parameters of the water were measured: temperature, pH, electric conductivity, transparency, and salinity. The laboratory work was based on analysis of textures, carbonates, organic matter, heavy minerals and mineralogy by X-ray diffraction of the sediment samples. Other types of data that was analyzed included, climate, drainage, tides, and swell. In addition, a detail photographic interpretation of the area was done. The Hueque River estuary behaves similarly to a tidal stream with mixed, non-stratified waters, strong tendency to hypersalinity and neutral pH or slightly basic. Based on the factors and implied processes, the sedimentary characteristics of the depositional environments and the development and evolution of the area, it was concluded that the mouth of the Hueque River can be define as a recent estuary system.

Key words: earth sciences, natural sciences, hydrology.





Introducción

La desembocadura del río Hueque representa el extremo terminal de uno de los sistemas fluviales más grandes e importantes del estado Falcón: la cuenca hidrográfica del río Hueque, cuyo río posee 131 Km de longitud, con actividad estuarina en sus últimos 4 Km. Por ello el propósito fundamental del presente estudio es establecer el modelo geomorfológico síntesis de la dinámica fluvio-marina del sistema estuarino de la desembocadura del río Hueque, sobre la base del análisis de los factores morfodinámicos que controlan los procesos depositacionales, las características sedimentológicas de los distintos ambientes depositacionales que coexisten en el área y las características físicas y químicas del agua en el medio estuarino.

Los estuarios son ecosistemas de origen reciente y su historia sólo se remonta hasta hace unos 18.000 años, cuando los continentes sostenían grandes masas de hielo y el nivel medio del mar alcanzó aproximadamente unos 137 m por debajo de los valores actuales. El deshielo de la última glaciación subió el nivel del mar en unos 120 m, lo cual permitió la inundación de las planicies costeras y los valles de los ríos, dando origen a los estuarios. Según Thurman (1993), de acuerdo con este origen se pueden identificar cuatro tipos de estuarios: estuarios de planicies costeras, fiordos, barreras y procesos tectónicos. Por su parte, Odum (1972), presenta tres criterios para la clasificación de los estuarios con base en: (a) la geomorfología (valles de ríos inundados, estuarios de tipo fiordo, estuarios formados por barreras, estuarios producidos por procesos tectónicos y estuarios de deltas), (b) la circulación y la estratificación del agua (altamente estratificado, parcialmente mezclado, completamente mezclado) y (c) la energía del ecosistema (sistemas físicamente expuestos de gran extensión latitudinal, ecosistemas árticos naturales con presión por el hielo, ecosistemas costeros templados natura-





*MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA*

les con progradación estacional, ecosistemas costeros tropicales naturales de alta diversidad y sistemas asociados al hombre).

Hayes, entre otros (1975), clasifica a los estuarios de acuerdo con los rangos de marea, ya que éstos son determinantes en su morfología por acumulación de arena, aunque reconoce que el flujo de la corriente, las olas y las tormentas también influyen. Donde el rango de marea está entre 0 y 2 m (micromareal), hay grandes acumulaciones de sedimentos de granos gruesos, siendo las olas y los depósitos de tormenta más importantes en este rango que en cualquier otro. En el rango de 2-4 m (mesomareal) existen cuerpos de arenas de granos gruesos. Los rangos de mareas mayores a 4 m de altura (macromareal) tienden a formar cuerpos lineales de arena gruesa.

Cabe destacar que en la dinámica de estos ambientes los procesos de erosión, transporte, acumulación y consolidación están involucrados y vinculados con los patrones de distribución de los sedimentos, los cuales dependen de las características del flujo y de las propiedades de las partículas como talla, forma, densidad y composición (Maynard y Biggs, 1985; Cooper, 1993). Esta dinámica es afectada por otros factores físicos presentes en los estuarios, tales como: salinidad, temperatura y turbidez (por carga de sedimentos en el agua); las olas y corrientes, por su parte, están relacionadas con la sedimentación.

El área de estudio del presente trabajo se corresponde con la planicie aluvial terminal del río Hueque, la cual constituye un área de gran valor ecológico por ser un hábitat y lugar de reproducción de fauna avícola y acuática autóctona y migratoria, sustento de una amplia diversidad biológica, reguladora del bioclima local y fuente de pesca artesanal. Este humedal costero posee un bosque de manglar con una extensión de 5000 Ha, cuya existencia está amenazada por la irracional intervención humana en las cuencas alta y media





Scarlet Cartaya, Williams Méndez

del río Hueque y sus afluentes. De allí la importancia de caracterizar la dinámica del medio físico de este ecosistema, a fin de establecer su delicado y frágil equilibrio, y señalar la necesidad de regular y normar las actividades humanas en la cuenca del río, que atentan contra la existencia de este humedal.

Área de estudio

La desembocadura del río Hueque se localiza geográficamente en la región Centro Occidental del territorio venezolano, específicamente en la sub-región Falcón Oriental (Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, 1975), definida geoastronómicamente por las siguientes coordenadas: 11°25'40" - 11°26'29" L N y 68°57'52" - 68°59'46" de L O (ver gráfico 1).

Las unidades litológicas que afloran están constituidas por calizas margosas amarillentas, calizas macizas y argilitas marrones, pertenecientes al Terciario Mioceno-Plioceno, las cuales se manifiestan en el terreno en forma de lomas redondeadas, cortadas por un drenaje dendrítico; en ellas se han desarrollado grandes planos fluviales (ver gráfico 2). Los suelos generados en la planicie aluvial son arcillosos y salinos (tipo Vertisol), y en las colinas predominan suelos poco desarrollados (tipo Inceptisol).

El clima está caracterizado por un régimen pluviométrico bimodal, con máximas en Noviembre-Diciembre y de Junio a Julio, cuyo monto de precipitación por año es de 777 mm. La temperatura media anual es de 25° C. Los montos de evaporación superan a los de precipitación en todos los meses del año. La vegetación que predomina en la planicie aluvial es el manglar, representado principalmente por la especie *Rizophora mangle* (mangle rojo), y en las colinas dominan formaciones vegetales xerófilas.





*MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA*

Esta desembocadura ha sido definida por Carmona y Conde (1989), desde el punto de vista geofisiográfico, como un estuario y desde el punto de vista ecofisiográfico como una zona de manglar. Para Lentino y Bruni (1994), es un humedal costero tipo estuario de forma irregular, que corresponde, según la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (1975), a una red anastomosada de pequeños caños de marea inundados diariamente por la marea, la cual atraviesa la zona de manglar litoral que se desarrolla sobre los aluviones terminales actuales.

Metodología

En los trabajos de campo realizados se recolectaron muestras de sedimentos superficiales de los distintos ambientes depositacionales identificados en el área. Las muestras de fondo fueron tomadas en los transeptos transversales de los ríos, en el canal de marea y en el caño de marea. Los puntos de muestreo a lo largo del río se denominaron Estaciones Fluviales. Para extraer las muestras de fondo se empleó una draga cilíndrica de fabricación casera, empleando el método definido por Goddard y Picard (1975), como dragado por arrastre.

En las Estaciones Fluviales se midieron los siguientes parámetros del agua: temperatura del agua, pH, salinidad, conductividad eléctrica con instrumentos portátiles manuales y la transparencia del agua con el Disco de Secchi, para lo cual se seleccionó el punto más profundo del canal. Sobre la base de la profundidad máxima se definieron las distintas profundidades en las cuales se tomaron muestras de agua: 0 m (superficie) hasta 3 m, cada 1 m.

Se efectuaron mediciones morfométricas en varios ambientes depositacionales, dependiendo de las siguientes dimensiones: altura, largo, ancho y orientación. Las mediciones que no se pudieron rea-





lizar en campo, se obtuvieron en oficina, a partir de mediciones sobre fotografías aéreas y cartas topográficas. Las pendientes de la playa se registraron siguiendo la metodología propuesta por Blong (1972). También se midieron ancho y profundidad de los cursos de agua (ríos Hueque y Curarí), y la batimetría de la desembocadura. De igual forma se efectuaron mediciones de variables litorales que caracterizan la dinámica costera en aspectos tales como: (a) frecuencia, altura y dirección del oleaje, y (b) variaciones horarias de la marea. La corriente litoral en el sector estudiado se caracterizó con base en observaciones de evidencias en campo y revisión bibliográfica de trabajos realizados en la costa oriental del estado Falcón.

El procesamiento de las muestras de sedimentos en el laboratorio se basó en primer lugar en el análisis del tamaño de los granos a través de los métodos del tamizado en seco (para sedimentos con diámetros $> 0,0625$ mm) y del hidrómetro (para sedimentos finos $< 0,0625$ mm). Luego se construyeron las curvas granulométricas, a partir de las cuales se calcularon los parámetros estadísticos: tamaño promedio del grano, selección, asimetría y curtosis (Folk y Ward, 1957). Las clases del tamaño promedio de los granos se determinó con base en la escala de Wentworth (1922) y Krumbein (1934). Así mismo, se determinó la composición textural (porcentajes de arena, limo y arcilla) de las muestras y su clasificación según el triángulo textural de Shepard (1954). El análisis morfológico de los granos de arena se realizó a través de la observación de éstos bajo la lupa, y se determinó su esfericidad y redondez por comparación con las gráficas visuales de Powers (1953) y Krumbein y Sloss (1955).

En relación con los ensayos químicos de las muestras de sedimentos, el contenido de carbonatos se determinó siguiendo la metodología de Molina y Pilkey (1971), la materia orgánica se midió





*MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA*

según el método de Walkey-Black (1947), el contenido de minerales pesados se obtuvo empleando el método de Carver (1971; citado en Blatt, 1982), y la mineralogía total se determinó por difracción de rayos X.

En el trabajo de oficina se efectuó el análisis climático a partir del procesamiento e interpretación de datos (promedios mensuales) de precipitación, temperatura y evaporación, correspondientes a las estaciones climatológica Tocuyo de la Costa y pluviográfica de Curarí para el período 1958-1993, los cuales se obtuvieron a través del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Dirección de Hidrología y Meteorología (1995). También se analizaron datos del régimen de oleaje para la costa oriental del estado Falcón (Instituto Nacional de Puertos e Hidromet, 1977), los cuales complementaron las mediciones realizadas en campo.

El análisis de las variaciones y regímenes de las mareas se realizó a partir de datos mareográficos (promedios mensuales) de la estación mareográfica La Guaira, para el período 1990-1995, los cuales se obtuvieron a través del Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional, Unidad de Geodesia, Área de Mareografía (1996). De igual forma se analizaron las variaciones de las alturas horarias de la marea con datos tomados del Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional, Dirección de Cartografía, División de Geodesia (1995). Finalmente, con toda la información recabada se elaboró el modelo geomorfológico.





Resultados

Factores morfodinámicos

Clima

La distribución de las precipitaciones en el área define un régimen bimodal, determinado por dos períodos lluviosos y dos secos; el período lluvioso de mayor importancia se observa a finales de año, el cual va desde octubre hasta diciembre, y representa 329,3 mm (42,33 % del monto total); el segundo, lluvioso, se ubica entre los meses de junio, julio y agosto, abarcando 196,2 mm anuales (25,22 % del total anual). Los períodos secos (252,7 mm anuales del total) se ubican, uno entre los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo, con un monto de 208 mm de lluvia anual; y el otro que no es un período propiamente dicho, se localiza en el mes de septiembre (44,7 mm). En el área de estudio se presenta un monto pluviométrico anual de 777 mm de lluvia, por lo que clasifica dentro de los Regímenes Pluviométricos de Venezuela, en el tipo Semi-árido (SA) (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, 1979).

La temperatura media anual es de 26,6 °C, con tendencia a elevarse ligeramente entre los meses de agosto y septiembre. Sin embargo, el régimen es isotérmico, puesto que la amplitud térmica entre el mes más frío y el mes más cálido es de 2,1°C, es decir, no sobrepasa el criterio cuantitativo de los 5° C.

En relación con la clasificación climática del área bajo estudio, se determinaron los tipos climáticos según los sistemas de Holdridge, Köppen y Thornwaite, a través de un programa estadístico de computación. Bajo el esquema de Holdridge, en el área de estudio predomina un bioclima de bosque muy seco premontano, en una pro-





*MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA*

vincia semiárida de una región latitudinal Tropical (bms-T). Según Köppen, se trata de un clima Tropical Lluvioso Cálido de Sabanas y Bosques Tropicales. Para Thornwaite, la zona se caracteriza por ser semiárida con poco o ningún exceso de agua, con un clima megatérmico o cálido.

El balance hídrico revela que la evaporación supera a la precipitación en todos los meses del año, ya que todos muestran montos de evaporación sobre los 100 mm. Casi todos los meses, exceptuando noviembre y diciembre, poseen déficit sobre los 100 mm, siendo marzo el mes de mayor déficit con 164,2 mm, y Diciembre el de menor déficit con 23,3 mm (ver gráfico 3).

Régimen de marea

El nivel medio de las aguas y el nivel medio de la marea poseen un comportamiento muy similar, ya que tienen las mismas inflexiones durante el año, la diferencia estriba en que el nivel medio del mar se mantiene de 1 a 2 cm por debajo del nivel medio de la marea. Las pleamares superiores y bajamares inferiores, al igual que los parámetros anteriores, poseen el mismo comportamiento pero con diferentes alturas, las pleamares están aproximadamente de 10 a 20 cm sobre las bajamares. Los promedios anuales son de 142,40 cm y 111,25 cm, respectivamente.

Las variaciones de las alturas horarias de la marea se observan en el gráfico 4. Para el mes de febrero de 1998, los días seleccionados fueron: 12, 13, 14 y 15; en el mes de julio de 1998: 01, 02, 03 y 04; y en el mes de noviembre de 1998: 26, 27 28 y 29 (ver gráfico 4).

En la desembocadura del río Hueque, según Hidroimpacto (1990), el flujo medio producto del flujo y reflujos es de aproximadamente





Scarlet Cartaya, Williams Méndez

17,65 m³/seg alternando cada 12 horas de sentido vaciante y llenante. Se estima que el cierre de la boca debe coincidir con un incremento importante de sedimentos transportados hacia la boca por la corriente litoral, o producto del oleaje de tormenta intensificado y continuo, coincidiendo con mareas bajas o con períodos de transición de estas mareas donde el flujo cercano a la costa es nulo por corto tiempo. En cambio la apertura de la boca está relacionada con los flujos inducidos por las crecientes del río Hueque en la época de lluvia. Éste es un factor estacional de gran importancia en el desalajo de alguna cantidad de sedimentos de la boca, aunque las crecidas del río se han visto reducidas por la construcción de la carretera Morón-Coro que obstruye el flujo normal del río, así como por los pequeños embalses y la represa "Hueque III", lo que incrementaría a largo plazo, la posibilidad del cierre permanente de la boca.

Oleaje

El oleaje tiende a incrementar su altura a lo largo de la bahía, desde el extremo este hacia el oeste, debido a que la Fila de Hueque (ubicada en el este de la bahía) actúa como un elemento obstaculizador de la dirección normal del oleaje que proviene del cuadrante NE. El oleaje al chocar con éste, se difracta alrededor del saliente, lo que produce pérdidas de energía, altura y capacidad de transporte (ver gráfico 5). La ocurrencia en promedio del oleaje con alturas en exceso de 2 m, es menor al 4 % del tiempo durante todo el año (Hidroimpacto, 1990). Según el Instituto Nacional de Puertos e Hidromet (1977), el tramo correspondiente a las costas comprendidas entre los 69° y 70° de longitud oeste, presenta un oleaje cotidiano con alturas comprendidas entre 0,50 m y 0,90 m, y con un porcentaje del 39,68 % del tiempo total; el 25,5 % del tiempo el oleaje no incide directamente sobre las costas.





*MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA*

La frecuencia de la ola está relacionada con la velocidad de los vientos, la tendencia es a registrarse mayor frecuencia hacia el extremo oeste de la bahía de Boca de Hueque y menor en el extremo contrario, lo cual se debe a que este último está protegido por la Fila de Hueque, que funciona como una cortina rompe vientos, traduciéndose en una disminución de la frecuencia del oleaje.

Corriente litoral

Las corrientes marinas son el factor más determinante en los ambientes sedimentarios en la región nororiental de Falcón, ya que las provenientes del este y noreste desarrollan fuertes corrientes litorales hacia el oeste, logrando depositar la carga en sitios donde las corrientes litorales pierden su fuerza (Goddard y Picard, 1976). Según Hidroimpacto (1990), la velocidad de las corrientes superficiales en la boca de Hueque fluctúa entre 0,9 y 1,1 nudos, lo que es igual a 1,44 y 1,76 Km/h.

La corriente litoral se activa desde el este hacia el oeste, y es la responsable de transportar gran cantidad de materiales, provenientes por una parte de la descarga de los ríos que desembocan hacia el este del área de estudio, como los ríos Tocuyo, Tucurere, Aroa, Yaracuy, entre otros de menor importancia, y por otra parte, se suman los sedimentos producto de la erosión ocasionada por el oleaje en la zona de acantilados activos, al este de la desembocadura del río Hueque. El transporte litoral de sedimentos gruesos es controlado por el oleaje dominante, y los sedimentos finos se encuentran en el área cercana a la desembocadura, a profundidades mayores a 2 m, lo que conlleva a una alta concentración de sedimentos en suspensión (Hidroimpacto, 1990) y explica el color marrón del agua de mar. Una parte de estos sedimentos es transportada por la corriente litoral, y la otra parte de los sedimentos es redistribuida a lo largo de la bahía, en el momento en que se activa la deriva de playa.





Scarlet Cartaya, Williams Méndez

Ambientes depositacionales

Los ambientes sedimentarios que se desarrollan cerca de la desembocadura del río Hueque forman, hacia el continente, un complejo de ciénagas pantanosas de cierta extensión construidas en terrenos bajos asociadas a la planicie costera por estar bajo la influencia de las mareas; el área, en buena parte, está colonizada por vegetación de manglar y atravesada por otros ambientes depositacionales como lo son los canales de los ríos Hueque y Curarí. Hacia el mar se desarrolla una serie de formas relacionadas con la dinámica litoral, como la barra arenosa, la playa, las dunas playeras y la contrabarrera, que en conjunto conforman el cordón litoral. También hay canales y caños de marea, asociados a estos ambientes. Las fuentes de aportes de sedimentos al área están representadas por los acantilados del sector bajo estudio, los cuales son calcáreos y se encuentran en proceso de erosión marina, principalmente por el efecto del oleaje incidente. Otra fuente de sedimentos la constituyen los ríos que desembocan al este del río Hueque, como lo son Aroa, Yaracuy, Tucurere y principalmente el río Tocuyo. Y otro aporte es por esorrentía laminar y canalizada, proveniente de los relieves circundantes a la desembocadura, y en alguna medida de la cuenca media y baja del río Hueque.

En el área de estudio se identificaron dos sistemas depositacionales principales: el complejo cordón litoral con sus ambientes de infra-playa, mesoplaya, supraplaya, dunas playeras, contrabarrera y barra; y el complejo pantanoso con sus ambientes de cauce del río Hueque, cauce del río Curarí, canal de marea y caño de marea (gráfico 6), cuyas características se muestran en el Cuadro 1. En el complejo sedimentario cordón litoral los aportes de sedimentos están dominados por la actividad del oleaje, el transporte litoral





*MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA*

(deriva costera), y las mareas; mientras que en el complejo pantanoso el control de los procesos sedimentarios está asociado a las mareas, la evaporación, las precipitaciones y la escorrentía superficial.

La distribución porcentual de arena, limo y arcilla en los sedimentos del complejo cordón litoral, indican 100% de arena de acuerdo con la clasificación textural de Shepard (1954), con ausencia total de materiales finos, producto del dominio de la alta energía del medio de transporte, la corriente litoral y, en menor intensidad, el viento. El complejo sedimentario pantanoso, donde destacan los canales de los ríos, se caracteriza por una distribución porcentual con predominio de sedimentos finos, con altos contenidos de limo y arcilla. Esta situación refleja el predominio de la escorrentía superficial, la litología de las áreas erosionales circundantes (caliza margosa de grano fino muy meteorizada e intercalada con lutitas) y los procesos de depositación en ambientes de baja energía y poca circulación.

En los ambientes más dinámicos de este complejo, como lo son el canal y caño de marea, la concentración de tallas de las arenas está asociada a la formación de la barra arenosa, el resto del tiempo posee cantidades apreciables de limos y arcillas. La barra es 100% arenosa, de desarrollo intermitente durante el año, dispuesta casi transversal a la dirección de los ríos y conectada a la línea de costa en dos puntos, que llegan a unirse si la dinámica litoral lo permite, trayendo como consecuencia que el canal de marea disminuya de tamaño o desaparezca según el desarrollo de la barra. Esto implica un ambiente dominado por micromareas, oleaje y transporte (Hayes, 1975), aporte de material permanente y control geomorfológico.





Scarlet Cartaya, Williams Méndez

Características físicas y químicas de las aguas del río

Las características físicas y químicas del agua se interpretan y analizan de dos maneras, una relacionada con la variación longitudinal (desde la boca hacia continente) y la otra con énfasis en dos épocas contrastantes, la temporada de lluvia y la de sequía.

La variación longitudinal del agua del río, en un segmento de 4 Km desde la costa hacia continente, se caracteriza por: (a) una disminución de la profundidad; (b) un aumento del ancho de los canales, al principio y al final, ya que en los tramos centrales disminuye el ancho del canal debido al desarrollo del manglar (*Rhizophora mangle*) que invade el cauce de los ríos; (c) aumento de la salinidad, lo que trae como consecuencia que el gradiente aumente aguas arriba en ambas épocas (lluvia y sequía) (ver cuadro 2).

La alta evaporación registrada en la zona es una de las causas de la alta salinidad a 3,5 Km aguas arriba, la otra podría estar relacionada con el proceso de salinización generalizado en las zonas áridas y semi-áridas producto de la actividad agrícola, en donde se destacan las partes bajas y deltáicas de las cuencas de los ríos Hueque, Tocuyo y Aroa al norte y noreste del estado Falcón. La alta salinidad contribuye a que los sedimentos terrígenos en suspensión flocculen y precipiten, depositándose en el fondo de los canales, proceso que se ve favorecido por la escasa turbulencia de la corriente y (d) la variación del pH entre rangos que van desde los ligeramente ácidos a los ligeramente básicos (ver cuadro 2).

En relación con los diferentes períodos (seco y lluvioso) de precipitaciones, la salinidad en los ríos está en correspondencia con la acción de las corrientes marinas, la baja precipitación y la alta evaporación y varía entre las 21‰ (lluvia) y 50‰ (sequía). Hidroimpacto (1990), realizó mediciones diarias de salinidad en el





*MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA*

río Curarí y reporta los datos más elevados para los meses de febrero, marzo y abril (40%) y los más bajos en el mes de noviembre (20% a 25%).

El pH es ligeramente ácido (6,8) en la época de sequía y ligeramente básico (8,2) en la época de lluvia, aunque ambos casos están cerca de la neutralidad; Villamizar (1994), reportó pH promedios en la época de sequía de 6,9 y de lluvia de 8,9.

La físico-química de las aguas presenta un patrón estacional, relacionado con las diferentes épocas definidas por el clima de la región.

Modelo geomorfológico

El complejo depositacional de la desembocadura del río Hueque, al igual que muchos de los ambientes costeros del margen continental venezolano, son rasgos distintivos de eventos transgresivos (Transgresión Flandriense) y regresivos ocurridos durante el Cuaternario. La desembocadura del río Hueque es un ejemplo de un sistema depositacional fluvio-marino de edad Reciente (Post-Flandriense), donde se diferencian dos sectores de acumulación bien definidos, representados por el complejo cordón litoral y el complejo pantanoso. Estos últimos desarrollados en la planicie terminal de la cuenca baja del río Hueque.

En el complejo cordón litoral predominan los ambientes arenosos de infraplaya, mesoplaya, supraplaya, dunas playeras, contrabarra y barra, los cuales son controlados por la dinámica litoral y eólica. El complejo pantanoso está representado por los depósitos de fondo de los cauces, dominados por los sedimentos limo arcillosos; el canal y caño de marea (transicional entre los depósitos de los cauces y la barra), están caracterizados por sedimentos areno limo arc-





Scarlet Cartaya, Williams Méndez

llosos, los cuales están controlados por las mareas, la evaporación, las precipitaciones y la escorrentía superficial (ver Gráfico 7).

El plano aluvial terminal del río Hueque se encuentra densamente colonizado por manglares, los cuales actúan como barreras que contribuyen, en función de la dinámica fluvio-marina, a la sedimentación arenosa hacia la costa y de sedimentos más finos (limos y arcillas) hacia el área pantanosa. Lo cruzan dos canales fluviales, el río Hueque orientado S-N, excepto los últimos 1000 m, donde se desvía con dirección N-E, debido al control geomorfológico ejercido por los relieves aislados del Terciario y el desarrollo del cordón litoral, que obliga a confluir los ríos Hueque y Curarí antes de desembocar; y el río Curarí cuyo curso sigue una orientación S-N, con características morfométricas y sedimentarias similares al río Hueque.

Estos canales tienen un ancho máximo de 60 m y un mínimo de 20 m, y una profundidad máxima de 3 m, observándose una delimitación del canal que no varía, es decir, no hay migración lateral del canal, probablemente por el papel fijador que juega la vegetación de manglar, que tiende a cerrar los canales. Posee fondo somero con poca pendiente y puede ser clasificado desde el punto de vista genético como un estuario de llanura costera. Desde el punto de vista de la dinámica marina es micromareal (mareas por debajo de 1 m de altura), con amplitudes inferiores a 2 metros. Desde el punto de vista de la salinidad, es hipersalino (27,8% en época de lluvias y 38,5 % en período lluvioso), ya que la corriente de agua dulce es poca, la evaporación muy alta, produciéndose salinidades mayores a las del mar (35 %).

La desembocadura del río Hueque es, pues, un estuario micromareal (Hayes, 1975), homogéneamente estratificado (Odum, 1972) e hipersalino (Nybakken y Collins, 1993), que corresponde desde el punto de vista geomorfológico a un **Modelo: Sistema**





Deposicional Fluvio-Marino tipo Complejo Cordón Litoral-Pantano de edad Reciente, destacando el ***Complejo Cordón Litoral*** y el ***Complejo Pantanoso Costero***, en donde el cordón litoral junto con los acantilados bajos protegen la desembocadura y originan un área costera pantanosa cubierta por un denso bosque de manglares. Por lo que se concluye que el sector es controlado por los siguientes factores morfodinámicos: la permanente acción de la corriente litoral proveniente del NE, la elevada evaporación, la moderada energía del oleaje y la escasa energía de la acción eólica.

Conclusiones

La desembocadura del río Hueque se localiza en la costa nororiental del estado Falcón, cuya dinámica actual está muy asociada a los últimos cambios climáticos ocurridos en el Pleistoceno y Holoceno (Glaciación Wisconsin y Transgresión Flandriense), así como a la acción de agentes morfodinámicos marinos-costeros, continentales y climáticos.

Entre las características más resaltantes del sector costero donde se ubica el área en estudio, están presentes los altos montos de evaporación (2.166 mm), que superan considerablemente a los montos de precipitación (777 mm), dando origen a un clima semiárido con un acentuado déficit hídrico durante todo el año.

La cuenca de drenaje del río Hueque es una gran hoya que ocupa un área de 4.156,4 Km², de tipo dendrítica a angulosa, régimen permanente en la cuenca alta y en la desembocadura y baja densidad de drenaje, constituida por dos grandes afluentes, los ríos: Los Remedios y Guarabal. El río Curarí es un sistema de drenaje aparte e independiente del río Hueque, que motivado por la disposición del relieve circundante y de la carretera Morón-Coro, que funciona





Scarlet Cartaya, Williams Méndez

como un terraplén, es obligado a confluir, en la cuenca baja y muy cerca en la desembocadura, con el río Hueque.

Las mareas son de tipo mixtas y de régimen micromareal (< 1m), de poca influencia morfodinámica en el área de estudio. El oleaje es de moderada energía, contacta con la línea de costa casi paralelo (posee cierto componente oblicuo, que no excede los 5°), lo que influye directamente en las variaciones del tamaño de los granos en la infraplaya y mesoplaya, e interviene en la formación y erosión de la barra emergida, que se desarrolla en la boca del río Hueque. La corriente litoral realiza un transporte neto de material desde el este hacia la boca, y luego a lo largo de la bahía de Boca de Hueque, por medio de la deriva de playa, acumulando materiales hacia el este y haciendo migrar la boca hacia su posición actual.

En el área estudiada se reconocieron dos complejos sedimentarios principales: el complejo cordón litoral y el complejo pantanoso. En el complejo cordón litoral se identificaron seis ambientes sedimentarios: infraplaya, mesoplaya, supraplaya, dunas playeras, contrabarrera y barra. En el complejo pantanoso se reconocieron tres ambientes depositacionales: canal de marea, caño de marea y cauce de los ríos.

Los ambientes del cordón litoral conforman un grupo de acumulaciones de origen terrígeno y marino; los sedimentos son arenosos (más del 50% de cuarzo), y los mecanismos de transporte predominantes en éstos han sido la suspensión gradada y el rodamiento, dominados por la dinámica del oleaje, las corrientes de marea y el viento.

El complejo pantanoso está representado por los canales más importantes de la desembocadura del río Hueque. Los sedimentos son terrígenos, clásticos, de texturas muy finas (limo arcillosa), cuya dinámica depositacional ha estado asociada a mecanismos de





MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

transporte de suspensión y decantación (floculación), ocasionados por la baja energía del agente fluvial y la escorrentía superficial, y condicionados por el clima (alta evaporación), ayudados por la retención de sedimentos en las raíces del *Rhizophora mangle*.

Con base en las características sedimentológicas y geomorfológicas, el área de la desembocadura del río Hueque corresponde a un Modelo Geomorfológico Complejo Cordón Litoral-Pantanos de edad Reciente, que es controlado por la energía del oleaje, las corrientes de marea, el transporte litoral a lo largo de la costa y la fuerte evaporación, lo cual condiciona que los 4 kilómetros terminales de los ríos Hueque y Curarí se comporten como estuarios hipersalinos en época de sequía, debido a que en promedio los valores de salinidad están por encima del 40%, que disminuyen a la mitad en la época de lluvias a causa de la dilución de las sales por parte del agua de precipitación y de escorrentía. La físico-química de las aguas determina que el sector terminal de los ríos Hueque y Curarí posea pH que oscila entre neutro y ligeramente básico (6,8 a 8,4), y valores de transparencia altos, con respecto a la profundidad de los canales; esta situación puede deberse a la baja turbulencia que presenta el encuentro de los tipos de aguas (dulce y salada), que favorece el proceso de decantación de las partículas, por aceleración de la velocidad de caída.

La desembocadura del río Hueque se comporta como un estuario de estratificación homogénea que en época de sequía es hipersalino (Odum, 1972) y siguiendo el criterio de Hayes (1975) es un estuario micromareal, protegido por un cordón litoral.

La desembocadura del río Hueque es un humedal costero que representa un área de gran valor paisajístico, ecológico y científico, en donde se desarrolla un enorme bosque de manglar y fauna asociada, por lo que se plantean las siguientes recomendaciones: (a) man-





Scarlet Cartaya, Williams Méndez

tener un control permanente sobre el balance y comportamiento hídrico de la desembocadura del río Hueque, de tal manera que se pueda determinar la variación espacio-temporal de las condiciones sedimentológicas y la físico química de las aguas, con la finalidad de registrar la tendencia evolutiva del sistema; (b) incorporar la desembocadura del río Hueque al sistema nacional de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), con la figura jurídica de Reserva de Fauna Silvestre; (c) desarrollar más investigaciones en el complejo pantanoso, básicamente en las ciénagas, zonas anegadizas y en la boca de Agüima, que quedaron fuera de esta investigación, para completar la caracterización de toda el área y así, sirva de base para emprender estudios relacionados con el desarrollo y protección del manglar, y su potencial uso; y (d) regular y controlar las actividades humanas que se realizan en la cuenca del río Hueque, así como el desarrollo de infraestructuras hidráulicas, entre otras, que alteren negativamente el balance hídrico y el aporte de agua dulce al ecosistema estuarino.

Referencias

- Blatt, H. (1982). *Sedimentary petrology*. San Francisco: Freeman Co.
- Blong, R. L. (1972). Methods of slope profile measurement in the field. *Austrian Geographical Studies*, 10, 182-192.
- Carmona, C., y Conde, J. (1989). Caracterización de las costas del estado Falcón, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente*, 28 (1 y 2), 127-133.
- Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. (1975). *Estudio geomorfológico de las regiones costa noroccidental, centro occidental y central (Sistema Montañoso Noroccidental)* (Publicación N° 44). Caracas, Venezuela: Autor.



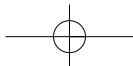
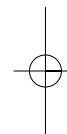
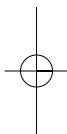
- Cooper, A. (1993). Sedimentation in river dominated estuary. *Sedimentology*, (40), 979-1017.
- Dirección de Cartografía Nacional. (s/f). *Hoya de los ríos Hueque y Ricoa, hoja 6450-III-NO* [Mapa a escala 1:25.000]. Caracas: Autor.
- Dirección de Cartografía Nacional. (1976). *San José de la Costa, hoja 6450* [Mapa a escala 1:100.000]. Caracas: Autor.
- Folk, R. y Ward, W. (1957). Brazos riverbar, a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3-27
- Goddard, D. y Picard, X. (1975). Geomorfología y sedimentación en la costa entre Cabo Codera y Puerto Cabello. *Boletín Informativo de la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo*, 18 (1), 39-106.
- Goddard, D. y Picard, X. (1976). Geomorfología y sedimentación en la costa del estado Falcón, Cabo San Román a Chichiriviche. *En Memoria del II Congreso Latinoamericano de Geología* (T.2, pp.1157-1179). Caracas: Sucre.
- Hayes, M. (1975). Morphology of sand accumulation in estuaries: An introduction to the symposium. *Estuarine Research*, 2, 3-21.
- Hidroimpacto C.A. (1990). *Estudio de Impacto Ambiental, Proyecto: Granja de Cultivo de Camarones, desparramadero del río Hueque, estado Falcón*. Caracas, Venezuela: Autor.
- Horton, R. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins Hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society American Bulletin*, 56, 275-370.
- Instituto Nacional de Obras Sanitarias e Hidromet. (1981). *Actualización de la Hidrología para fuentes de aguas del norte del estado Falcón*. Caracas, Venezuela: Autor.
- Instituto Nacional de Puertos e Hidromet. (1977). *Estimación del régimen del oleaje en las costas venezolanas, en base al aná-*

- lisis de los fenómenos meteorológicos generadores*. Caracas, Venezuela: Autor.
- Krumbein, W. C. (1934). Size frequency distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 4, 65-77.
- Krumbein, W. y Sloss, L. (1955). *Stratigraphy and sedimentation*. San Francisco, USA: Freeman & Company.
- Lentino, M. y Bruni, R. (1994). *Humedales costeros de Venezuela: situación ambiental*. Caracas, Venezuela: Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela.
- Maynard, N. y Biggs, R. (1985). Estuaries. En R. Davis (Comp.), *Coastal sedimentary environments* (pp. 77-163). New York: Expanded Edition.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Cartografía Nacional. (1979). *Atlas de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Autor.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Dirección de Hidrología y Meteorología. (1995). *Datos Climatológicos: estaciones Tocuyo de la Costa y Curarí*. Datos no publicados.
- Molina, B. y Pilkey, O. (1971). Origin and distribution of calcareous fines on the Carolina continental shelf. *Sedimentology*, 18, 293-310.
- Nybakken, J. y Collins, H. (1993). Estuaries and salt marshes. En *Marine Biology: An ecological approach*.
- Odum, E. (1972). *Ecología*. México, México: Interamericano.
- Passega, R. (1957). Texture as characteristic of clastic deposition. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 41, 1948-1952.
- Powers, M. (1953). A new roundness scale for sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Petrology*, 23, 117-119.
- Servicio Autónomo de Cartografía Nacional, Unidad de Geodesia, Área Mareografía. (1996). *Información de interés general, estación Mareográfica La Guaira*. Datos no publicados.



MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

- Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional. (1995). *División político-territorial de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Autor.
- Sheppard, F. P. (1954). Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24 (3), 151-158.
- Thurman, H. (1993). *Essentials of oceanography*. New York: McMillan Publishing Company.
- Udden-Wentworth, C. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392.
- Villamizar, A. (1994). *Caracterización estructural y análisis geográfico histórico del manglar del río Hueque, estado Falcón*. Trabajo de grado de maestría no publicado, Universidad Simón Bolívar, Caracas.
- Walkey-Black, A. (1947). A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soil. *Soil Sciences*, 63, 251-263.
- Wentworth, CK. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of geology*, 30, 377-392.

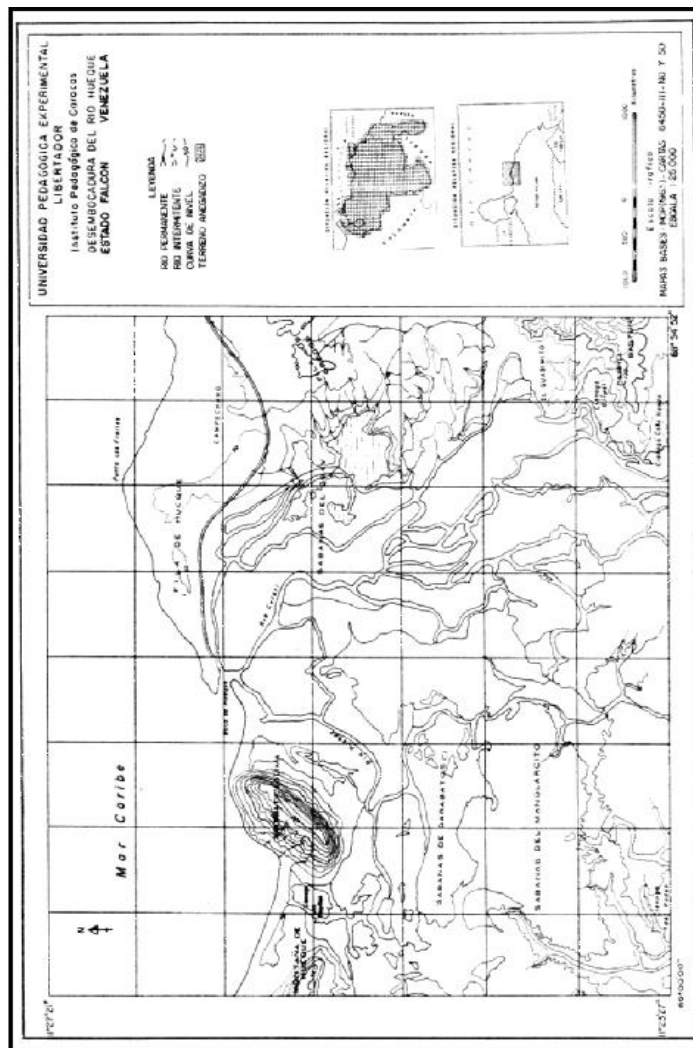


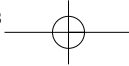
Scarlet Cartaya, Williams Méndez

GRÁFICOS Y CUADROS

Gráfico 1.

Localización del estuario del río Hueque, estado Falcón, Venezuela.
Tomado de la Hoja San José de la Costa (6450) de la Dirección de Cartografía Nacional, 1976, Caracas.





MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

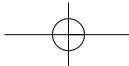
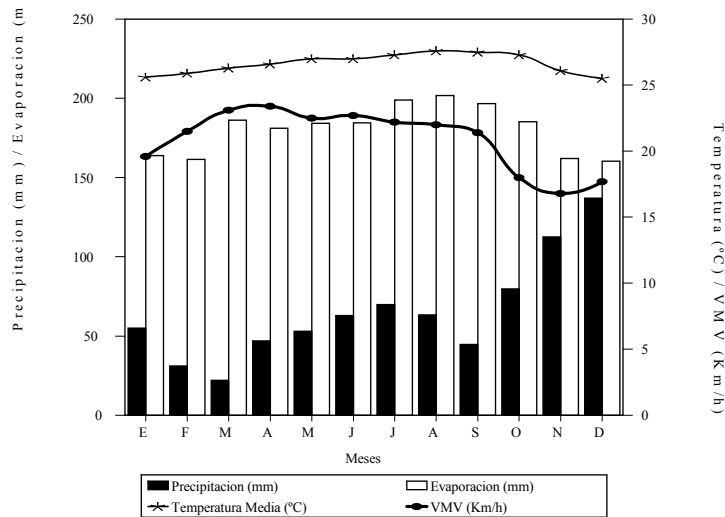
Gráfico 2.

Panorámica de la desembocadura (estuario) del río Hueque, estado Falcón, Venezuela, en la que destaca el bosque de manglar que en ella se asienta



Gráfico 3.

Climadiagrama (período: 1958-1993) correspondiente a las estaciones climatológicas de Tocuyo de la Costa, sinóptica básica de Coro y pluviográfica de Curarí, estado falcón, Venezuela





Scarlet Cartaya, Williams Méndez

Gráfico 4.

Alturas horarias de la marea para los días: (A) 12, 13, 14 y 15 de febrero de 1998, (B) 01, 02, 03 y 05 de julio de 1998, y (C) 26, 27, 28 y 29 de noviembre de 1998, correspondientes a la estación mareográfica La Guaria, estado Vargas, Venezuela

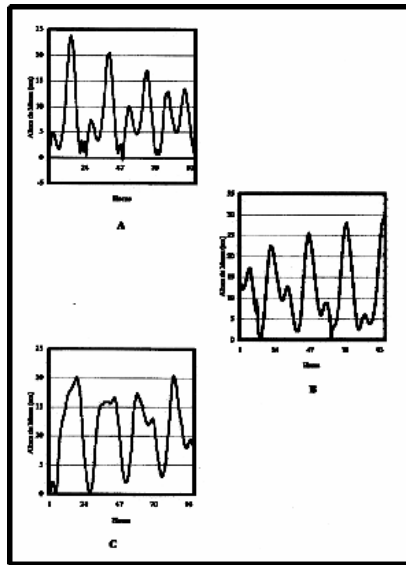
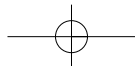
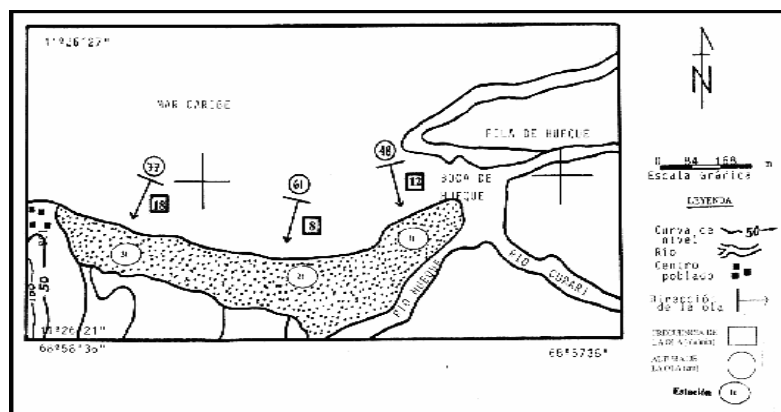
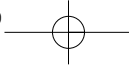


Gráfico 5.

Dirección, altura y frecuencia del oleaje en el área de la bahía de Boca de Hueque, estado Falcón, Venezuela





MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

Gráfico 6.

Panorámica de los complejos depositacionales cordón litoral (CCL), pantanoso (CP) y canal de marea (FB), vistos desde el cerro Agüima hacia fila de Hueque, desembocadura del río Hueque, estado Falcón, Venezuela

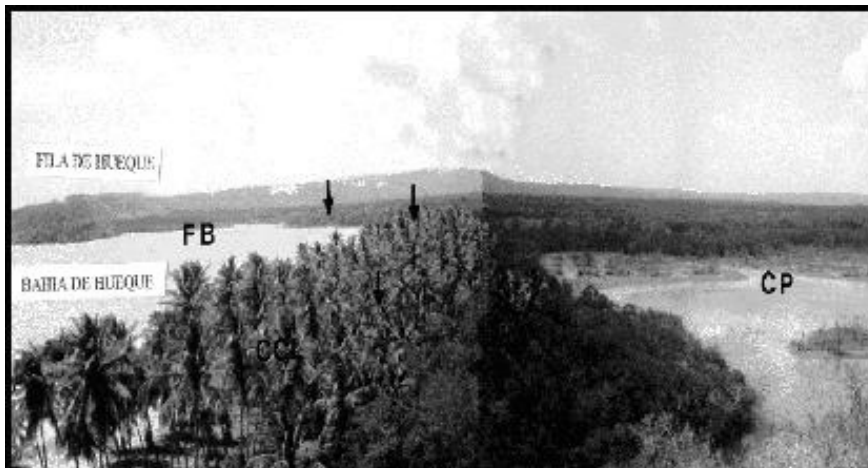
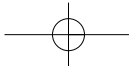
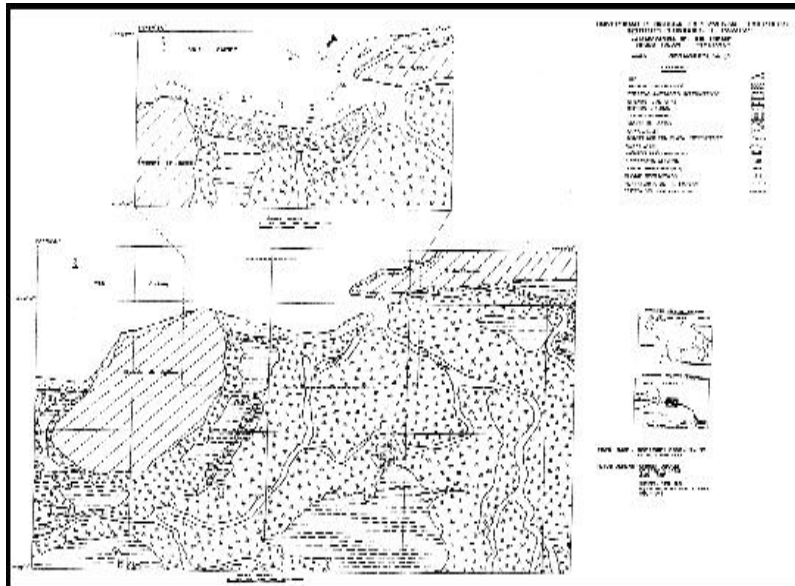


Gráfico 7.

Mapa geomorfológico de la desembocadura (estuario) del río Hueque, estado Falcón, Venezuela



Cuadro 1
Características Sedimentológicas de los Ambientes Deposicionales del Complejo Cordon Litoral y del Complejo Pantanoso de la Desembocadura del Río Hueque, Estado Falcón, Venezuela.

Ambiente Sedimentario	Contactos Verticales y Laterales	Textura y Litología	Geometría
Complejo Cordon Litoral			
Infraplaya	Contacto con el tope y lateral de la mesoplaya.	Arena muy gruesa a fina, mal escogida a moderadamente bien escogida, con abundancia de carbonatos, de color marrón amarillento claro, pocos minerales pesados y presencia de fragmentos de conchas marinas.	Faja que se extiende por 1000 metros frente a la línea de costa, con un ancho aproximado de 70 m y una orientación de N20°E.
Mesoplaya	Contacto en la base con la infraplaya y en el tope con la supra playa.	Arena media a fina, moderadamente bien escogida a muy bien escogida, con abundante carbonato, de color marrón amarillento oscuro, escasos minerales pesados y presencia de fragmentos de conchas marinas.	Es una faja alargada de pendiente considerable e y de disposición cóncava hacia el mar, con orientación N20°E y una longitud de 780 m y un ancho promedio de 40 m.
Supra playa	Contacto en la base con la mesoplaya y lateral con las dunas playeras.	Arena fina, moderadamente bien escogida a bien escogida, marrón grisáceo claro, con abundancia de carbonatos, poca presencia de minerales pesados.	Es una faja alargada de disposición cóncava hacia el mar, de escasa pendiente, con orientación N20°E, longitud de 780 m y de ancho promedio de 55 m.
Dunas Playeras	Contacto en la base con la supra playa y lateral con la cresta del cordón litoral.	Arena fina bien escogida, relativa abundancia de carbonatos, marrón grisáceo oscuro, escasa presencia de minerales pesados.	Son montículos de arena fina paralelas a la dirección del viento predominante (NE) y oblicuos a la línea de costa, recubiertos por vegetación rastrera. Se concentran desde el centro de la bahía hasta el extremo oeste, ocupando una zona cuya longitud es de aproximadamente de 522 m.
Contrabarrera	Contacto de base con la cresta del cordón litoral y lateral con el río Hueque.	Arena media, bien escogida a muy bien escogida, mediano contenido de carbonato, de color marrón grisáceo oscuro, pocos minerales pesados y presencia de raíces.	Faja asimétrica con ten dencia alargada de orientación N20°E, una longitud de 270 m y un ancho promedio de 55,8 m.
Barra	Contacto en la base con la infra playa y lateral con el canal de marea, el cordón litoral y los ríos Hueque y Curari.	Arena fina, bien escogida, marrón amarill ento claro, mediano contenido de carbonatos, escasos minerales pesados.	Cuerpo alargado con orientación, longitud y ancho variable dependiendo de la época del año y los eventos de tormentas.
Complejo Pantanoso			
Canal de Marea	Contacto en la base con infra playa y lateral con el caño de marea, barra, planicie aluvial y los ríos Hueque y Curari.	Arena media y limo fino, bien escogido a muy mal escogido, abundancia de carbonatos, marrón oliva y escasos minerales pesados.	Es una zona alargada en forma de "C" i invertida, con orientación N20°W. Logitud de 240 m y un ancho variable que depende del desarrollo de la barra.
Caño de Marea	Contacto lateral con el canal de marea y la planicie aluvial.	Arena media, bien escogida a muy bien escogida, baja presencia de carbonatos, de marrón oscuro y minerales pesados.	Es un cuerpo enloganda, una longitud de 660 m y un ancho hacia la desembocadura de 60 metros y en los sectores interiores de 30 m.
Cauce	Contacto en la base con la planicie aluvial.	Limo grueso a arcilla, muy mal escogido a extremadamente mal escogido, escasa presencia de carbonatos y minerales pesados, de bajo a alto contenido de materia orgánica, el color de los sedimentos varían desde marrón amarillento hasta negro.	Cuerpo acanalado y enlogado, con una longitud de 4000 m y un ancho promedio de 30 m.

MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

Cuadro 2
 Parámetros Físicos y Químicos del Agua por Estación y Diferentes Profundidades, para el Período Seco, Primer Período de Lluvias y Segundo Período de Lluvias Durante 1998, Ríos Hueque y Curarí, Estado Falcón, Venezuela.

Estación 1	Profundidad (m)	Temp. del Agua		Salinidad (‰)	pH	Estación 2		Temp. del Agua	pH	Salinidad (‰)
		(°C)	(°C)			Período seco	Profundidad (m)			
Período seco										
	0	26,5	7,1	47,1			0	29,2	7,4	44,6
	1	27,1	7,1	48,2			1	29,1	7,4	46,2
	2	26,8	7,0	49,2			2	29,1	7,4	47,9
	3	27,4	7,1	49,3			3	27,8	7,3	48,7
1er período lluvioso										
	0	29,0	7,4	22,1			0	30,6	7,3	26,5
	1	31,0	7,4	28,4			1	31,0	7,1	27,3
	2	30,0	7,1	30,9			2	31,5	7,1	28,1
	3	29,0	6,8	33,4			3	-	-	-
2do período lluvioso										
	0	30,6	8,3	21,7			0	30,6	8,1	26,9
	1	30,0	8,3	28,0			1	31,0	8,0	27,7
	2	29,0	8,0	30,5			2	31,2	8,0	28,5
	3	28,6	7,7	33,0			3	-	-	-
Estación 3										
Período seco										
	0	30,0	7,4	48,1			0	30,0	7,6	47,90
	1	29,5	7,4	48,3			1	29,1	7,5	48,93
	2	28,8	7,5	48,8			2	28,4	7,6	49,71
	3	28,2	7,5	49,5			3	27,8	7,7	50,50
1er período lluvioso										
	0	30,5	7,3	26,4			0	30,0	7,3	25,80
	1	31,0	7,3	27,3			1	31,0	7,2	28,60
	2	31,0	7,2	28,3			2	-	-	-
	3	-	-	-			3	-	-	-
2do período lluvioso										
	0	30,6	8,1	26,5			0	30,5	8,1	26,00
	1	30,3	8,1	26,5			1	30,2	8,1	26,00
	2	29,4	7,9	27,5			2	-	-	-
	3	-	-	-			3	-	-	-

Scarlet Cartaya, Williams Méndez

Estación 5		Temp. del Agua		Salinidad		Temp. del Agua		Salinidad	
Profundidad (m)	(°C)	(%)	(°C)	(%)	Profundidad (m)	(°C)	(%)	Profundidad (m)	(%)
Período seco									
Estación 6									
0	28.6	47.7	29.2	47.7	0	7.9	47.7	0	47.7
1	30.1	47.5	29.0	47.5	1	7.9	47.0	1	47.0
2	28.7	48.4	28.1	48.4	2	7.9	47.6	2	47.6
3	-	-	-	-	3	-	-	3	-
Período lluvioso									
1er período lluvioso									
0	31.0	24.3	29.0	24.3	0	7.2	27.3	0	27.3
1	30.0	28.5	30.0	28.5	1	7.2	27.3	1	27.3
2	-	-	-	-	2	-	-	2	-
3	-	-	-	-	3	-	-	3	-
2do período lluvioso									
0	31.1	21.8	-	21.8	0	-	-	0	-
1	29.5	26.4	30.6	26.4	1	8.1	26.1	1	26.1
2	29.3	29.7	-	29.7	2	-	-	2	-
3	-	-	-	-	3	-	-	3	-
Estación 7									
Profundidad (m)		Temp. del Agua (°C)		Salinidad (%)		Temp. del Agua (°C)		Salinidad (%)	
Período seco									
Estación 8									
0	28.7	48.7	28.1	48.7	0	7.8	48.9	0	48.9
1	27.8	49.4	28.1	49.4	1	7.8	49.1	1	49.1
2	28.1	50.1	28.0	50.1	2	7.9	49.1	2	49.1
3	-	-	28.0	-	3	7.9	49.2	3	49.2
Período lluvioso									
1er período lluvioso									
0	30.0	27.5	31.0	27.5	0	7.2	27.6	0	27.6
1	31.0	29.1	30.0	29.1	1	7.1	29.0	1	29.0
2	30.0	30.7	30.0	30.7	2	7.2	30.4	2	30.4
3	29.0	32.3	29.0	32.3	3	7.1	31.8	3	31.8
2do período lluvioso									
0	30.1	24.7	31.0	24.7	0	8.3	25.3	0	25.3
1	30.8	24.6	30.7	24.6	1	8.2	26.0	1	26.0
2	30.0	27.8	30.7	27.8	2	7.9	31.9	2	31.9
3	-	-	-	-	3	-	-	3	-

MODELO GEOMORFOLÓGICO DE UN ESTUARIO TROPICAL CARIBEÑO: DESEMBOCADURA DEL RÍO
HUEQUE, COSTA ORIENTAL DEL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

Estación 9	Profundidad (m)	Temp. del Agua (°C)	pH	Salinidad (‰)	Estación 10	Profundidad (m)	Temp. del Agua (°C)	pH	Salinidad (‰)
Periodo seco									
	0	28.1	7.6	49.3		0	28.9	7.6	49.5
	1	27.8	7.7	49.6		1	29.3	7.6	49.7
	2	29.1	7.6	49.7		2	-	-	-
	3	-	-	-		3	-	-	-
1er periodo lluvioso									
	0	30.0	6.7	28.0		0	32.0	6.8	29.2
	1	30.0	6.9	29.0		1	-	-	-
	2	29.0	6.9	30.0		2	-	-	-
	3	28.0	7.0	32.0		3	-	-	-
2do periodo lluvioso									
	0	31.0	8.2	26.2		0	31.8	8.4	30.5
	1	30.2	8.0	26.8		1	-	-	-
	2	30.4	7.9	33.4		2	-	-	-
	3	31.6	8.1	37.5		3	-	-	-
Estación 11									
Periodo seco									
	0	-	-	-		0	28.1	8.7	42.28
	1	-	-	-		1	-	-	-
	2	-	-	-		2	-	-	-
	3	-	-	-		3	-	-	-
1er periodo lluvioso									
	0	-	-	-		0	28.9	8.04	22.15
	1	-	-	-		1	-	-	-
	2	-	-	-		2	-	-	-
	3	-	-	-		3	-	-	-
2do periodo lluvioso									
	0	28.5	7.4	0.2		0	30.1	8.9	20.60
	1	-	-	-		1	-	-	-
	2	-	-	-		2	-	-	-
	3	-	-	-		3	-	-	-