

CUARTA ÉPOCA

GEOGRAPHICALIA

1977 - 1988 - 2000 - 2023



EDITORIAL:

Monográfico geomorfología
Desde la Geografía a
la Geomorfología global
en Aragón
Dr. José María García Ruiz

ARTÍCULOS:

Monográfico geomorfología
Cartografía biogeomor-
fológica | Erosión por piping
| Zonificación de aludes
Sección general
Patrones asentamiento
culturas Calima | Dinámica
territorial Grados Geografía

MAPAS:

Monográfico geomorfología
Mapa geomorfológico de la
Bárdena Blanca (Navarra,
España) | Mapa geoarque-
ológico de El Pichao
(Tucumán, Argentina)

NOTAS DE INVESTIGACION
Y RESEÑAS:

Monográfico geomorfología
Análisis hidromorfológico
de ríos efímeros | VOLTUR-
MAC: volcans-turismo
Sección general
Estrategias de recuperación
de cubierta vegetal



1542

Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza



**Cartografía biogeomorfológica de manglares tropicales:
litoral de la provincia de Chiriquí (Panamá)**

Fernando Díaz del Olmo y Rafael Cámara Artigas

Cartografía biogeomorfológica de manglares tropicales: litoral de la provincia de Chiriquí (Panamá)

Fernando Díaz del Olmo y Rafael Cámara Artigas

Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional.
Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n 41004 Sevilla.
delolmo@us.es; rcamara@us.es

Resumen: El objetivo de la investigación es elaborar una cartografía de unidades biogeomorfológicas del manglar de Chiriquí en la costa del pacífico de Panamá. Para su realización se ha desarrollado un trabajo de campo para apoyar la fotointerpretación de fotogramas aéreos, y clasificación de imágenes de satélite, cuyos resultados se han expuesto en una cartografía apoyada en un Sistema de Información Geográfica. Como resultado se ha desarrollado una cartografía con una leyenda de 14 unidades biogeomorfológicas, en la que se establece una relación entre las formaciones vegetales y su posición geomorfológica en los *slikkes* y *schorre* conformados por el flujo mareal. La evolución durante el Holoceno del manglar de Chiriquí ha dado lugar a diferentes unidades biogeomorfológicas en función de la dinámica natural del manglar.

Palabras clave:

Manglar, Panamá, biogeomorfología, Chiriquí.

Biogeomorphological mapping in tropical mangroves: coastline of the province of Chiriqui (Panama)

Abstract: The objective of the research is to develop a cartography of biogeomorphological units of the Chiriquí mangrove on the Pacific coast of Panama. For its accomplishment, field work has been developed to support the photointerpretation of aerial photos, and classification of satellite images, the results of which have been presented in cartography supported by a Geographic Information System. As a result, a cartography has been developed with a legend of 14 biogeomorphological units, in which a relationship is established between the plant formations and their geomorphological position in the *slikkes* and *schorre* formed by the tidal flow. The evolution during the Holocene of the Chiriquí mangrove has given rise to different biogeomorphological units depending on the natural dynamics of the mangrove.

Keywords:

Mangrove, Panama, biogeomorphology, Chiriqui.

1. Manglares tropicales del Caribe y Pacífico centroamericano

LA REGIÓN BIOGEOGRÁFICA Neotropical delimita una amplia franja zonal del continente americano, extendiéndose desde el Trópico de Cáncer hasta el sur de la Amazonía. Su distribución se asimila, en lo que a América Central se refiere, con una de las regiones de mayor biodiversidad del planeta por lo que configura uno de los veinticinco hotspots de conservación prioritarios para la atención mundial (Myers et al., 2000). El indicador ambiental y paisajístico de mayor raigambre de este hotspot lo constituye el bosque húmedo y lluvioso, también denominado clásicamente como bosque siempre verde, que domina la extensión de las áreas continentales mesoamericana y del istmo de Panamá.

Formando parte de este bosque pero colonizando el tránsito marino-continental, se localizan las formaciones boscosas de manglar, una vegetación específica de este dominio Neotropical adaptada a las condiciones geoambientales de los humedales costeros con influencia mareal, tanto en las regiones tropicales cálidas-húmedas como en aquellas en las que se manifiesta una marcada estación seca.

El manglar es un bosque helófilo y halófilo costero tropical que tolera la sal y constituye un ecosistema sometido al flujo de las mareas, en contacto con el agua de manera permanente o periódica según el flujo de las mareas, con lo que están en contacto directo con cuerpos de agua marinos y con el aporte de agua dulce de ríos continentales. Se desarrollan sobre sedimentos de fangos, que son retenidos por ellos, en su extensión, en los márgenes del continente, en su contacto con el mar, y que con el flujo mareal da lugar a un micro relieve (Salomon, 1978; Woodroffe, 1990; Woodroffe y Grindrod, 1991). En el mar Caribe y el océano Pacífico centroamericano las especies características son mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle caballero (*Rhizophora racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y piñuelo (*Pelluciera rhizophorae*).

Estas especies han desarrollado adaptaciones ecológicas que les permiten vivir en estas condiciones excepcionales para otros árboles, colonizando substratos inestables, como son: el desarrollo de raíces sujetadoras; estructuras respiratorias y filtradoras para el intercambio de gases en sustratos anaeróbicos (sin oxígeno); semillas capaces de flotar, cuyo mecanismo es la dispersión a través del agua. Cuando caen sobre el sustrato pueden germinar rápidamente, pero si caen en el agua, flotan verticalmente conservando su potencial reproductor hasta alcanzar el lugar favorable para su germinación. Entre estas adaptaciones las más llamativas son las del sistema radicular. Las raíces aéreas del manglar surgen de las aguas saladas en costas, estuarios y deltas. Es muy característico el entretejido que forman estas

enormes raíces, solamente visibles durante la bajamar, en donde viven y se desarrollan gran variedad de especies de peces, moluscos y crustáceos.

Su dinámica está determinada por factores marinos y terrestres como el clima, geomorfología e hidrología. Los manglares ocupan en América una extensión de 40.700 km² (33.023 km² en el litoral atlántico y 7.675 km² en el litoral Pacífico) lo que supone un 0,17% de la superficie continental de los países con manglares (tabla 1).

Su distribución latitudinal en las costas del Pacífico y del Atlántico es muy desigual. Mientras que los manglares del Pacífico apenas llegan a la latitud de los 30° N en el Mar de Cortés, en el Atlántico alcanzan los 35° N en las Bermudas. Esta diferencia es aún más marcada en su distribución meridional. En el Pacífico no se extienden más allá de la latitud de los 4° S en el Golfo de Guayaquil (Ecuador-Perú) mientras que en el Atlántico alcanza los 22° S en Paranaguá (Curitiba, Estado de Paraná, Brasil).

Si desglosamos y analizamos estos datos, expuestos en la Tabla 1, nos encontramos que la distribución más importante en términos absolutos se encuentra en México (9.050 km²), Brasil (7.820 km²) Cuba (5.321 km²), y Colombia (2.907 km²). Panamá ocupa el sexto lugar con 2.018 km². En términos relativos es Belice (12,41%), Cuba (4,88%), Puerto Rico (3,83%), siguiéndole Panamá (2,67%), por lo que éste es el primero en importancia relativa en territorio continental después de Belice, por delante de México, Colombia y Brasil.

Aquellos países que tienen en sus costas bosques de manglar en los dos océanos presentan una mayor riqueza en sus tipologías. Este es el caso de los que se encuentran en Istmo Centroamericano (Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, y Panamá) y de México en Norteamérica y Colombia en Sudamérica. Es por ello que estos países centroamericanos Honduras, Nicaragua, y especialmente Panamá desempeñan un papel importante en la conservación del conjunto de los manglares americanos.

De los 16 géneros conocidos de manglar en el mundo, 5 se encuentran en América: *Rhizophora*, *Avicennia*, *Pelluciera*, *Laguncularia* y *Conocarpus*; con diez especies: *Rhizophora mangle* L., *R. harrisonii* Leechm, *R. racemosa* G.F.W. Meyer, *Avicennia germinans* L., *A. schaueriana* Stapf and Leechm, *A. bicolor* Standl, *A. tonduzzii* Moldenke, *Conocarpus erecta* (Vahl) R.&S., *Laguncularia racemosa* L. y *Pelluciera rhizophorae* Planch and Triana. De estas 7 están representadas en el Pacífico y 6 en el Atlántico.

Tabla 1. Distribución y extensión de los manglares por país y en cada uno de ellos su situación en el océano Pacífico o Atlántico (año 2024)

País	Extensión de manglar (km ²)	Territorio nacional (km ²)	% del territorio cubierto por manglar	Atlántico	Pacífico
Belice	2.850,00	22.963,00	12,41	2.850	0
Brasil	7.820,00	8.511.965,00	0,09	7.820	0
Colombia	2.907,00	1.142.000,00	0,25	2.151	755
Costa Rica	410,00	51.100,00	0,80	40	370
Cuba	5.321,00	109.884,00	4,84	5.321	0
Ecuador	1.620,00	284.000,00	0,57	0	1620
El Salvador	399,00	21.000,00	1,90	399	0
Estados Unidos	1.687,00	9.363.498,00	0,02	1.687	0
Guadalupe	30,00	1.628,00	1,84	30	0
Guatemala	250,00	108.890,00	0,23	112	138
Guayana	1.370,00	214.970,00	0,64	1.370	0
Guayana Francesa	550,00	85.534,00	0,64	550	0
Haití	225,00	27.750,00	0,81	225	0
Honduras	519,00	112.492,00	0,46	495	24
Jamaica	132,00	10.991,00	1,20	132	0
Martinica	20,00	1.128,00	1,77	20	0
México	9.050,00	1.973.000,00	0,46	6.397	2.653
Nicaragua	1.550,00	130.373,00	1,19	837	713
Panamá	2.018,03	75.517,00	2,67	163,82	1.854,21
Puerto Rico	528,00	13.791,00	3,83	528	0
Rep. Dominicana	274,00	48.442,00	0,57	274	0
Surinam	1.000,00	163.270,00	0,61	1.000	0
Trinidad y Tobago	94,00	5.128,00	1,83	94	0
Venezuela	444,00	916.445,00	0,05	444	0
Total	40.700,00	23.395.111,00	0,17	33.023,00	7.675,00

Fuente: Leal y Spalding (2024).

1.1. Características geoecológicas

TOMANDO COMO REFERENCIA el Holoceno, durante el cual se consolidan los rasgos geomorfológicos de las costas actuales, cuatro son los principales factores de la distribución biogeográfica del manglar en el dominio tropical (Woodroffe y Grindrod, 1991; Chapman, 1977):

- las pequeñas fluctuaciones del nivel del mar, que han permitido la ocupación de lagoons y llanuras fluvio-marinas;
- las temperaturas cálidas ya que no pueden sobrevivir allí donde la temperatura media del agua desciende por debajo de 23°C;

- un balance óptimo de la salinidad, que varía según la especie de manglar, pero que oscila entre un 20-35‰ en el *Rhizophora*, y llega hasta un 40‰ en el *Avicennia germinans*, quedando *Laguncularia* por debajo del 20‰, e incluso *Conocarpus* por debajo del 1‰, causa por la cual Chapman (1976) no lo considera un verdadero mangle;
- y los fenómenos de *upwelling*, que aportan aguas del fondo con valores medios de temperatura inferiores a los citados.

Aparte de estos macro factores globales de orden climático y oceánico, localmente la distribución del manglar está condicionada en primera instancia por la progresión y acreción del dominio intertidal de los litorales, de ahí que ámbitos tales

como los de bahías, estuarios, marismas, deltas, desembocaduras fluviales, y, en general, descargas sedimentarias de otras unidades geomorfológicas (karst, granitos, etc.), sean propicias para su estudio. La presencia de frentes coralinos adelantados a la línea de costa, favorece localmente la consolidación y distribución del manglar.

La rápida colonización, dispersión y zonación de esta vegetación, adaptada al ritmo de los cambios morfo sedimentarios en el dominio intertidal, define el manglar en sentido amplio (bosquetes, pantallas de árboles y superficies de *tannes* o cubetas, o salitrales) (Lebigre, 1983; Cámara y Díaz del Olmo, 1997) como un indicador óptimo de los cambios recientes de estas costas. Esta colonización presenta peculiaridades según los medios naturales en que se desarrolla, pudiendo presentar diferentes tipos de manglar con organización y distribuciones propias.

El medio físico que ocupa el manglar y sus formaciones asociadas se puede expresar en dos grandes tipos de secuencias teóricas en función del régimen climático de la zona tropical:

- en los medios con régimen siempre húmedo, esto es, sin marcada estación seca, se reconoce un transecto con los siguientes elementos desde el mar al continente:
 - arrecife - lagoon - manglar - laguna litoral con especies arbóreas de ciénaga - formaciones vegetales prelitales con bosque ombrófilo.
- en los medios con régimen de estacionalidad contrastada esta secuencia se ve modificada, aportando una nueva organización en los elementos:
 - arrecife - lagoon - manglar - laguna litoral - tanne (cubeta o salitral) - formaciones vegetales prelitales mesófilas y tropófilas.

En ambos casos puede constatarse cómo el manglar es la formación sobre la que gravita el tránsito marino-continental. Su estudio demuestra que se trata de un ecosistema muy frágil y cambiante de gran importancia para la conservación de las costas intertropicales.

El resultado conforma los dos ambientes sedimentarios principales que existen en las ensenadas mareales: el *slikke* y el *schorre*, los cuales pueden estar separados o no por un microcantilado o bien enlazados por una suave superficie de enlace (Paskoff, 1994).

El *slikke* define el ámbito prototípico intramareal. Se inunda en cada marea alta diaria. Un alto y bajo *slikke*, puede identificarse siguiendo el ritmo de las inundaciones de las mareas máximas pleamares. En el alto, con vegetación de manglar, los canales son raros ya que son borrados por la acreción progresiva de los sedimentos. El *slikke* bajo está desprovisto de vegetación

y en las mareas bajas, al quedar al descubierto los fangos, se pueden observar en él gusanos, bancos de ostras y moluscos. Sobre el *slikke* se modelan los canales de circulación mareal.

Por su parte el *schorre* conforma el tramo superior de los bancos fangosos, ligeramente más alto, y habitualmente cubierto de manglar o bosque de ciénaga. Su inundación se vincula exclusivamente a las grandes mareas que en el Golfo de Chiriquí superan los 18 pies.

1.2. El manglar del Pacífico panameño: Chiriquí

EL MANGLAR EN PANAMÁ presenta una fuerte disarmonía cualitativa y cuantitativa entre sus dos costas del Pacífico y la del Atlántico-Caribe. En la primera la formación de manglar, excepción hecha de las albinas, alcanza un total de 1.402 km²; mientras que en la segunda ese total apenas alcanza 247 km². A esta primera diferencia hay que añadir las condiciones geológicas de localización. Mientras que en las costas del Pacífico la distribución se apoya en el fondo de las grandes bahías, golfos y ensenadas, en el Caribe tienden a ubicarse a lo largo de la franja costera con o sin arrecifes adelantados. La distribución detallada se adjunta en la siguiente tabla (tabla 2) en la que puede apreciarse la importancia de la masa de este bosque en el Pacífico, islas incluidas.

Tomando como referencia el manglar entre los años 1994 y 2024, y la ocupación óptima de las condiciones geomorfológicas y edáficas de los litorales panameños, se estima una pérdida en los últimos 30 años de unos 100 km² y aún más en las albinas y saladares asociados al ecosistema del manglar (tabla 2).

Los esfuerzos para la conservación de los humedales litorales con manglares, desarrollados en los últimos años, ha permitido una estabilización de la superficie de manglar en el país, potenciando los usos alternativos de los recursos naturales y en definitiva el desarrollo sostenible y duradero de las poblaciones locales que mejor que nadie pueden gestionar y apostar por la conservación de sus recursos (Díaz del Olmo et al., 2004).

Lindando con las tierras altas de Costa Rica y constituyendo un puente entre los litorales del Caribe y del Pacífico se encuentra la Provincia de Chiriquí (Figura 1), una de las más características de la República de Panamá, tanto por su larga historia como por su diversidad paisajística, así como por la dinámica emprendedora de sus habitantes. Una geografía que abarca desde la alta montaña con el volcán Barú y las cumbres del Parque Nacional de La Amistad, que comparte con la vecina Costa Rica, pasando por extensos piedemontes con tradicionales cafetales y sabanas, y valles con caudalosos ríos hasta llegar a los litorales con típicas manifestaciones de ecosistemas

Tabla 2. Superficie de los manglares en Panamá

Área geográfica	Manglar actual (1994-2024) (km ²)	Manglar desaparecido (antes de 1994) estimado (km ²)	Albinas (tannes) (km ²)
Golfo de Chiriquí	501,33	77,48	
Isla de Coiba	11,89		
Golfo de Montijo	234,39	12,82	
Península de Azuero	62,13	0,34	4,73
Bahía de Parita	115,53	4,01	166,18
Bahía de Chame	50,44	3,48	9,56
Bahía de Panamá	568,77	5,77	
Archipiélago de las Perlas	1,61		
Golfo de San Miguel	308,12		7,12
TOTAL PACÍFICO	1.854,21	99,89	187,63
Bocas del Toro	118,24		
Costa Arriba de Colón	15,41	1,23	
Kuna Yala	30,17		
TOTAL CARIBE	163,82	1,23	
TOTAL PANAMÁ	2.018,03	101,12	187,63

Fuente: valoraciones propias a partir de imágenes LANDSAT MSS, TM y ETM+ entre 1979 y 2024 para los manglares de Chiriquí y de O.O. Osorio (1994) y Dinerstein et al. (1995) para el resto.

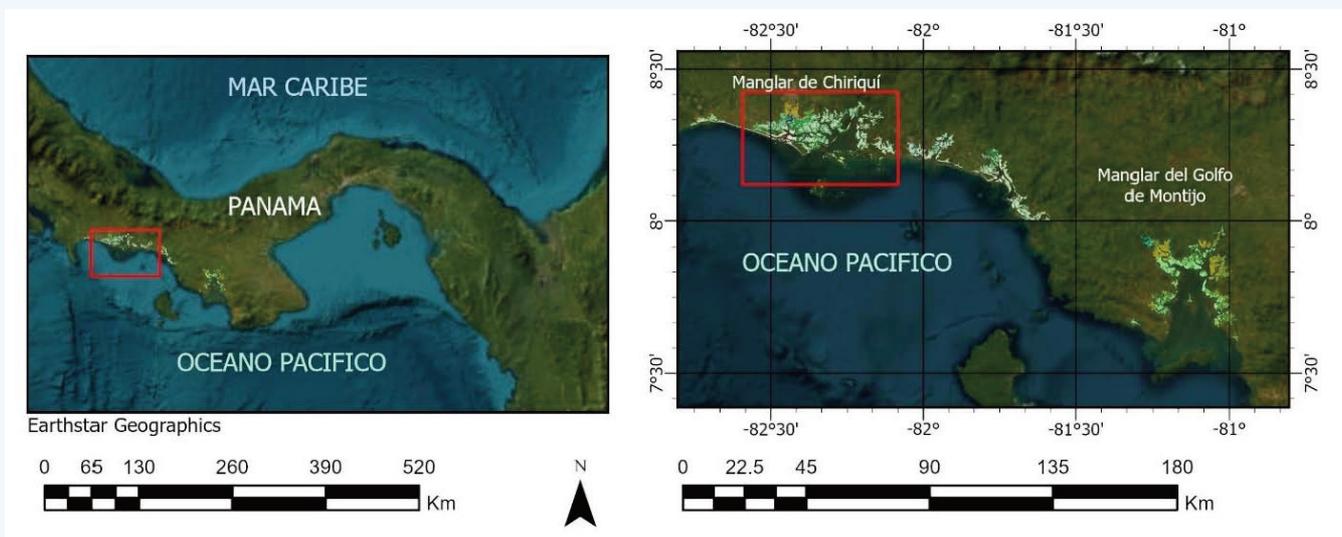


Figura 1. Localización del Manglar de Chiriquí en Panamá.

Fuente: Elaboración propia en base a Earthstar Geographics.

tropicales, que requiere al menos, una breve presentación geográfica para situarnos mejor en el contexto ambiental de esta región del istmo de Panamá.

El régimen pluviométrico en la región Pacífica se caracteriza por abundantes lluvias, de intensidad entre moderada a fuerte, acompañadas de abundante actividad eléctrica que tiene lugar especialmente en horas de la tarde. La época de lluvias se inicia en el mes de mayo y dura hasta noviembre, siendo los meses

de septiembre y octubre los más lluviosos; dentro de esta temporada se presenta frecuentemente un período seco conocido como “veranillo”, entre julio y agosto. El período entre diciembre y abril corresponde a la época seca. La Evapotranspiración Potencial (ETP) oscila entre de 1.718 mm. y 1.720 mm. Las máximas precipitaciones en esta región están asociadas generalmente a sistemas atmosféricos bien organizados, como las ondas y ciclones tropicales (depresiones, tormentas tropicales y huracanes), y el monzón.

El monzón es un fenómeno climático resultado de la dinámica atmosférica en la zona intertropical entre los 5° y los 25° de latitud. Está dominado por las masas de aire tropical marítimo, cálida y húmeda que proceden de los bordes occidentales de los anticiclones subtropicales. Tiene una estación seca muy marcada y un máximo pluviométrico que se alcanza cuando está cerca la ZCIT (Zona de Convergencia Inter Tropical). Tiende a darse en el oeste de los continentes y se potencia cuando hay un obstáculo orográfico que obliga a elevarse a las masas de aire. Su incidencia da lugar a un clima muy lluvioso, con totales anuales que pueden alcanzar o sobrepasar según lugares los 2.500 mm de precipitación, y con escasa oscilación térmica, entre 25 y 27 °C. La media anual de días con lluvia oscila entre 100 y 200 días. Esta situación configura un marco bioclimático que condiciona el desarrollo de las especies de los bosques de ciénaga y manglar.

2. Materiales y métodos

SE HACEN RECORRIDOS DE CAMPO con inventarios y reconocimiento de formaciones para obtener la información base necesaria para hacer la cartografía, situando los lugares tipo con GPS. Paralelamente se delimitan las unidades biogeomorfológicas reconocidas en el campo en las fotos aéreas, y se identifica la extensión de estas unidades a través del tratamiento de imágenes de satélite.

Se comparan los datos de cartografía con fuentes fotográficas y satelitales de las décadas de 1960, 1970 y 1980, con los actuales referidas al período 2000-2020, a fin de establecer qué cambios y a qué velocidad se producen, así como las causas que los originan.

Con estos datos se procede a elaborar una cartografía de síntesis de las unidades biogeomorfológicas determinando su capacidad de respuesta a los cambios ambientales naturales y antrópicos (producidos por el hombre), es decir su fragilidad.

Para la realización de éste estudio hemos utilizado materiales y métodos de trabajo adaptados al análisis geoecológico con proyección territorial. De tal suerte que la investigación ha compaginado el trabajo de campo a base de transectos y seguimiento de parcelas, efectuadas con giras periódicas al campo, con el levantamiento de la cartografía. Seguidamente detallamos las fuentes, métodos y las técnicas generales que se han implementado.

2.1. Fuentes cartográficas, fotográficas e imágenes de satélite

LAS BASES CARTOGRÁFICAS utilizadas han sido las correspondientes a los mapas 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia” (IGNTG) de Panamá, tanto en soporte

Efectivamente la presencia de un periodo de paralización vegetativa muy marcado en pocos meses tiene un claro reflejo biogeográfico y geomorfológico en el paisaje del manglar, ya que en el tramo del litoral se localiza la principal cubeta salina que se asocia al manglar de esta línea de costa.

Los ríos de la provincia presentan un comportamiento estacional homogéneo con un caudal con dos mínimos, durante la estación seca, y dos máximos en la estación húmeda. El primer máximo relativo es en junio, y el segundo y más importante en octubre-noviembre. El caudal medio mensual de estos ríos oscila entre los 24 m³/seg. del Estero Pedregal-río David (265 km² de cuenca) en David y los 131 m³/seg. del río Chiriquí (1.337 km² de cuenca).

digital como en papel. Se han utilizado diferentes colecciones de fotogramas aéreos pancromáticos existentes en el Instituto “Tommy Guardia” (IGNTG) (tabla 3).

Tabla 3. Referencia de fecha, escala y vuelos de los fotogramas aéreos

Fecha	Escala	Referencia
Agosto 1973	1:6.000	R19 (V1,V2)
Diciembre 1976	1:20.000	R32 (L1) y R33 (L1)
Mayo 1979	1:30.000	R46 (L1)
Enero 1984	1: 30.000	R63 (L2, L3, L4)
Junio 1987	1:25.000	R70 (L1,L2,L3)
Marzo 1989	1:15.000	R73 (L1,L2)
Marzo 1996	1:25.000	R86 (L4, L5)

Fuente: Instituto Cartográfico Tommy Guardia

Por su parte las imágenes de satélite utilizadas provienen del satélite Landsat MSS (enero de 1979), TM (noviembre de 1988) y ETM+ (febrero de 2000), obtenidas de forma gratuita a través del servidor FTP <ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/>.

2.2. Métodos cartográficos

LA REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ha estado orientada al levantamiento de la cartografía del manglar, con el apoyo y elaboración de un SIG. Para la realización de dicha cartografía se distinguen las siguientes fases:

- Localización y georreferenciación con GPS *Global Positioning System* (Garmin modelos GPS 72) de los elementos del ecosistema de manglar: especies y formaciones vegetales y formaciones superficiales y perfiles de suelo, éstas a base de parcelas ajustables al tamaño de los píxeles 30 x 30 m. de Landsat TM y ETM+ y 60 x 60 m. de Landsat MSS; morfología de cauces; cambios de líneas de costa; progresión de flechas litorales; elementos antrópicos de ocupación.
- Localización y georreferenciación de los impactos mayores en el manglar: apertura; desecación; pérdida de conectividad; pérdida de biodiversidad; y reducción de capturas pesqueras.
- A partir de ellos se realiza un trabajo cruzado y paralelo entre la fotointerpretación y la teledetección. Para la primera se interpretan los pares estereoscópicos identificando y delimitando las formaciones vegetales según su estructura vertical y cambio de textura y tonalidad. Para la segunda se procede a una clasificación supervisada con el módulo MAX-LIKE del software ArcgisPro, a partir de las parcelas de seguimiento (*training sites*) identificadas y georreferenciadas en el campo.
- El cruce de trabajos de campo, fotointerpretación y teledetección permite la elaboración en un Sistema de Información Geográfica SIG (software ArcgisPro) asociado a una cartografía de multiescala del manglar, así como la incorporación de un Modelo Digital de Terreno (MDT) de resolución 90 x 90 m. (3 arco-segundos). Este modelo fue generado por el *Jet National Position Laboratory* (JPL) de *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), a través de la misión dedicada a la captura de datos de altura de todo el territorio emergido a nivel global denominada *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Estos datos están disponibles de forma gratuita a través del servidor FTP <ftp://edcs9.cr.usgs.gov/pub/data/>, en formato .hgt, divididos en sectores de 1° x 1° en coordenadas geográficas referido al geoido WGS84.

2.3. Método ecodinámico

LLAMANDO UNIDAD BIOGEOMORFOLÓGICA a la más pequeña unidad de trabajo, el siguiente paso radica en identificar en el ecosistema el indicador capaz de expresar el cruce o integración de lo que hemos dicho son los elementos, procesos geocológicos y cambios del paisaje en el orden temporal, o sea, los indicadores ambientales de la funcionalidad (Hederson y Glamore, 2024). En los humedales litorales tropicales el primer indicador de referencia paisajística integral lo constituye la formación vegetal, desarrollada principalmente a partir del úl-

timo máximo transgresivo del nivel del mar (aproximadamente los últimos 6.000 años): los manglares y los bosques de ciénagas, ambos con su tipología funcional.

La delimitación de las unidades biogeomorfológicas debe basarse en la caracterización de la integridad de los elementos y procesos que definen los medios naturales y sus ecosistemas, asegurando con ello en la fase de diagnóstico de éstas, el criterio de funcionalidad de la misma. Al objeto de alcanzar una caracterización de las unidades con tal apreciación, hemos elaborado una metodología basada en el uso de indicadores del medio natural (geo o bioindicadores) que permitan integrar los elementos, procesos y cambios del paisaje. El resultado es una caracterización integral del ecosistema a través de su dinámica, de ahí la denominación de método ecodinámico. Se trata por tanto de llevar a cabo una clasificación de unidades territoriales, desde Sectores Geográficos amplios hasta las unidades biogeomorfológicas propiamente dichos, partiendo del conocimiento de la funcionalidad integral de cada unidad territorial mínima para cada medio natural y un ecosistema dado. Por ello, el método es en principio indisoluble de su representación cartográfica y la expresión a través de un Sistema de Información Geográfico (SIG).

Desde una perspectiva dinámica, el ecosistema constituye la unidad funcional del sistema natural, un sistema estructurado y abierto que intercambia y procesa energía y materiales, auto-organizándose en el tiempo. La función la realizan los flujos de energía y los procesos. La estructura del sistema la compone su organización. La expresión de la estructura del ecosistema es el paisaje. El desarrollo del método implica la identificación y detección de los procesos claves para el mantenimiento de la funcionalidad ecológica de las unidades mínimas. Dicha funcionalidad sólo puede evaluarse y constatarse a través de la evolución temporal de la unidad (larga evolución: Plioceno-Pleistoceno; evolución media: Holoceno; corta evolución: períodos históricos y últimos decenios), de ahí que sea preceptivo analizar el marco genético y evolutivo en que se configuran aquellas.

Las etapas simplificadas de éste método son las siguientes:

- Análisis del modelado y de los registros de formaciones superficiales (sedimentos y suelos).
- Análisis y caracterización ecológica de las formaciones vegetales (geobotánica).
- Levantamiento cartográfico de unidades geocológicas y ambientales mínimas, atendiendo a su integridad ecológica y funcionalidad.

3. Resultados

EL GOLFO DE CHIRIQUÍ presenta una estructura amplia de gran óvalo disimétrico delimitado por el cabo de Punta Burica y la sucesión de puntas rocosas que delimita la Península de Soná en el entorno de Bahía Honda. En el interior de dicho óvalo podemos distinguir múltiples componentes morfológicas derivadas de la estructura geológica provincial y de los procesos sedimentarios, que en este trabajo definen nuestras unidades biogeomorfológicas.

Todo el conjunto queda enmarcado por el dispositivo estructural de las grandes fracturas y fallas que dirigen las grandes unidades del relieve del piedemonte en la vertiente meridional de la Cordillera y volcán Barú. Con relación a las áreas directamente colonizadas por el manglar, el Golfo de Chiriquí acoge un conjunto de ensenadas de diferente consideración geográfica, extensión y evolución morfológica. Se pueden identificar dos grandes tipos geomorfológicos de éstas ensenadas:

- Las que se desarrollan al abrigo de grandes afloramientos rocosos, como los de Punta Buruca, Islas Sevilla y Boca Brava, convergiendo en ellas además diferentes desembocaduras fluviales y resguardándose de las acciones de la deriva litoral, lo que proporciona una gran cantidad de sedimentos en dichas ensenadas.
- Las que se mantienen abiertas al flujo de la deriva litoral del Golfo y configuran en los tramos limítrofes con dicha deriva, playas, flechas y cordones litorales de diferente magnitud y progresión

En ambos casos las ensenadas se han modelado recortando el substrato alterado, que proporciona el manto arcilloso o limo-arcilloso saprolítico, o bien de naturaleza rocosa constituido principalmente por basaltos, tobas, andesitas y series volcánicas, y los tramos finales de los sedimentos de los piedemontes y abanicos aluviales que bajan desde el macizo volcánico de Barú y Cordillera Central.

De manera más detallada podemos apreciar cómo éste gran fondo aparece recortado por un sistema de fracturas de menor recorrido y dimensión, que con rumbos Norte-Sur, Noroeste-Sureste y Noreste-Suroeste van a ser las causantes en primera instancia del dispositivo local de los dos grupos de ensenadas.

A su vez, cada una de las unidades biogeomorfológicas se han caracterizado mediante tres elementos geocológicos clave: la especie vegetal arbórea o arbustiva indicadora más relevante en la formación; su posición geomorfológica con indicación principal del contexto morfogenético en que se han configurado, determinando de esta manera los procesos geocológicos que dirigen su integridad ecológica; y, finalmente, las especies acompañantes de la formación vegetal.

Las siete unidades biogeomorfológicas básicas a escala provincial, que aglutinan las 14 a escala de detalle de ensenadas (e. 1:50.000 a 1:20.000), son (Figura 2):

- Fangos mareales o aluvio-mareales
- Sedimentos arenosos costeros
- Manglar en surcos litorales
- Manglar estuarino
- Manglar aluvial
- Cubeta salina
- Bosque de ciénaga

La extensión de manglares y bosques de ciénaga del área de estudio alcanza la cifra de 386 km². De este total, la formación predominante la constituye el manglar estuarino con 211 km², seguido del aluvial con 122 km² y los vinculados a surcos de flechas y cordones litorales con 12 km² (tabla 4).

Tabla 4. Superficie de las unidades biogeomorfológicas del manglar del Chiriquí en el área de estudio en km², y distribuida por sectores. Marcada el área de estudio en negra

Pantalla manglar	Manglar			SECTORES DE ESTUDIO
	Estuarino	Aluvial	Cordones y flechas	
0.00	4.60	2.13	4.02	Chiriqui Viejo
6.32	77.14	84.06	4.77	Isla Sevilla
2.85	18.47	19.57	1.24	Horconcitos-Garrote
0.29	48.88	6.44	0.40	Fonseca-Cabuyal
0.07	62.02	9.91	1.99	Santa Lucía-Tabasará
9.53	211.10	122.11	12.43	Total por unidad geomorfológica

Fuente: Elaboración propia a partir de elaboración en SIG.

UNIDAD BIO-GEOMORFOLÓGICA	VEGETACIÓN INDICADORA	COLOR	POSICION GEOMORFOLÓGICA	VEGETACIÓN ACOMPAÑANTE
Fangos	sin vegetación	F	fangos mareales, sedimentos aluvio-mareales, sedimentos detríticos o substratos duros desagregados, (<i>slikee</i> bajo)	sin colonización vegetal
	con colonización de manglar pionero	Fv	Fangos mareales sedimentos aluvio-mareales, sedimentos detríticos o substratos duros desagregados (<i>slikee</i> alto)	<i>Rhizophora mangle</i> <i>Laguncularia racemosa</i> <i>Avicennia germinans</i>
Sedimentos arenosos costeros	vegetación psammófila	Sv	Playas, dunas costeras, flechas y cordones litorales	<i>Chrysobalanus icaco</i> + <i>Uniola pittieri</i> + <i>Sporobolus virginicus</i>
Manglar en surcos litorales	<i>Rhizophora racemosa</i> dominante	Ms	sedimentos mareales en surcos de cordones litorales o de flechas (<i>slike</i> alto- <i>schorre</i> bajo)	<i>Rhizophora racemosa</i> <i>Rhizophora racemosa</i> + <i>Pelliciera rhizophorae</i> + <i>Rhizophora mangle</i>
	<i>Rhizophora mangle</i> dominante	Me1	sedimentos de fangos mareales (<i>slikee</i> alto- <i>schorre</i> bajo) en posición abierta y fondos de ensenada	<i>Rhizophora racemosa</i> <i>Avicennia germinans</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> <i>Conocarpus erectus</i> <i>Rhizophora mangle</i> + <i>Pelliciera rhizophorae</i>
Manglar estuarino	<i>Rhizophora racemosa</i> y <i>Pelliciera rhizophorae</i> dominantes	Me2	sedimentos de fangos mareales (<i>schorre</i> bajo) y cubetas, y ensenadas en posición interna o resguardada	<i>Rhizophora racemosa</i> + <i>Pelliciera rhizophorae</i> <i>Pelliciera rhizophorae</i>
	<i>Rhizophora mangle</i> y <i>Pelliciera rhizophorae</i> dominantes	Me3	sedimentos aluvio mareales (<i>schorre</i> bajo-alto) en cubetas o antiguos levées,	<i>Rhizophora mangle</i> + <i>Pelliciera rhizophorae</i> <i>Avicennia germinans</i> , + <i>Rhizophora mangle</i> + <i>Pelliciera rhizophorae</i>
	mosaico de <i>Rhizophora mangle</i> ralo de porte bajo dominante	Me4	sedimentos aluvio mareales (<i>schorre</i> alto) en depresiones y cubetas	<i>Rhizophora mangle</i> + <i>Avicennia germinans</i> , + <i>Pelliciera rhizophorae</i>
Manglar aluvial	<i>Rhizophora racemosa</i> dominante	Ma1	Sedimentos de llanura aluvial en el tránsito <i>schorre</i> bajo-alto	<i>Rhizophora racemosa</i> <i>Rhizophora racemosa</i> + <i>Pelliciera rhizophorae</i> <i>Rhizophora racemosa</i> + <i>Pelliciera rhizophorae</i> + <i>Mora oleifera</i>
	<i>Rhizophora racemosa</i> , <i>Pelliciera rhizophorae</i> y <i>Mora oleifera</i> dominantes	Ma2	cauces de río estabilizados, lineales o meandrinosos	<i>Rhizophora racemosa</i> + <i>Pelliciera rhizophorae</i> + <i>Mora oleifera</i> <i>Acrostichum aureum</i>
	<i>Laguncularia</i> y/o <i>Avicennia germinans</i> dominantes	Ma3	sedimentos de barras de acreción y de márgenes convexos en <i>slikee</i>	<i>Laguncularia racemosa</i> <i>Avicennia germinans</i> <i>Laguncularia racemosa</i> + <i>Avicennia germinans</i>
Cubeta salina	sin vegetación		depresión de fondo plano con concentración de sales en sedimentos aluvio mareales con influencia de mareas altas (<i>tanne</i> desnudo)	sin vegetación
Bosque de ciénaga	<i>Mora oleifera</i> y <i>Pelliciera rhizophorae</i>	Bc1	sedimentos aluviales de fangos o detríticos en el dominio de <i>schorre</i> alto	<i>Mora oleifera</i> + <i>Pelliciera rhizophorae</i> + <i>Acrostichum aureum</i> + <i>Crinum sp.</i> + <i>Conocarpus erectus</i>
	<i>Pterocarpus officinalis</i> , <i>Mora oleifera</i> y <i>Prioria copaifera</i>	Bc2	saprolito de alteración del substrato rocoso, poco o muy encharcado	<i>Pterocarpus officinalis</i> + <i>Mora oleifera</i> + <i>Prioria copaifera</i> + <i>Bactris colorarensis</i>
<i>Rhizophora racemosa</i> <i>Rhizophora mangle</i> <i>Pelliciera rhizophorae</i> <i>Avicennia germinans</i> <i>Laguncularia racemosa</i> <i>Conocarpus erectus</i>	Mangle caballero Mangle rojo Mangle piñuelo o piñuelo Mangle negro o manglillo Mangle blanco Mangle botón		<i>Mora oleifera</i> <i>Pterocarpus officinalis</i> <i>Prioria copaifera</i> <i>Copaifera aromatica</i> <i>Bactris colorarensis</i> <i>Acrostichum aureum</i> <i>Crinum sp.</i>	Alcornoque o alcornoco Sangrillo Cativo Cabimo Caña brava Helecho de manglar Lirio de mangla

Figura 2. Leyenda de la cartografía de unidades biogeomorfológicas del manglar de Chiriquí.

Fuente: Elaboración propia.

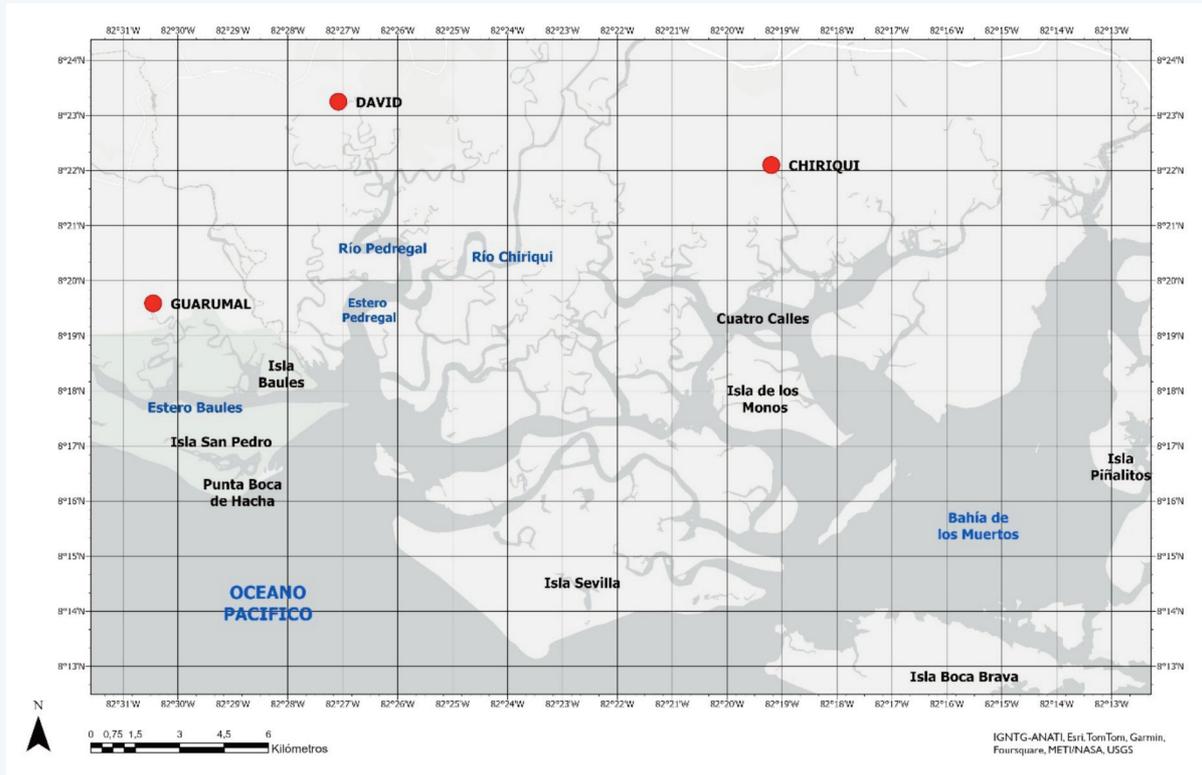


Figura 3. Mapa de localización del área de estudio y su toponimia.

Fuente: IGNTG-ANATI, Esri, Tom Tom, Garmin, METI NASA, USGS.

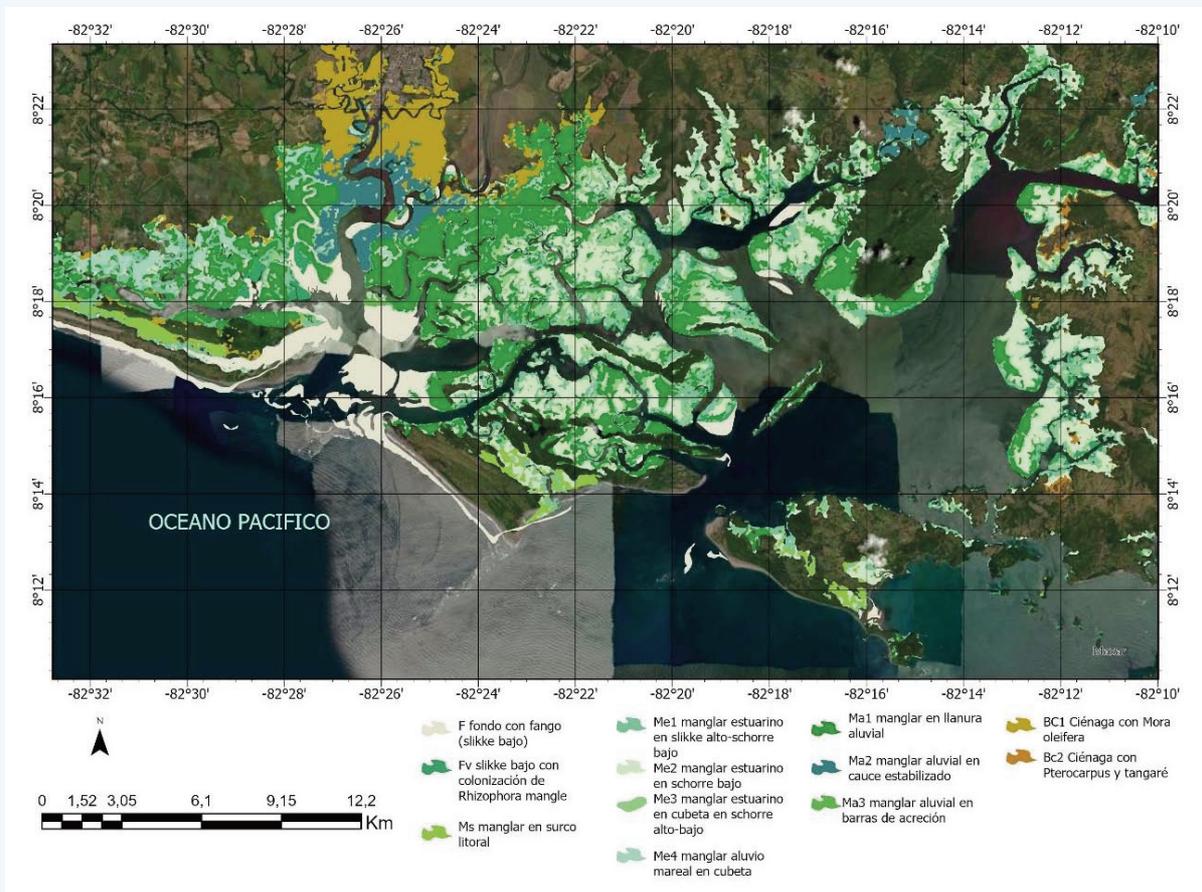


Figura 4. Cartografía de las unidades biogeomorfológicas del humedal litoral del Golfo de Chiriquí (1:50.000).

Fuente: Elaboración propia.

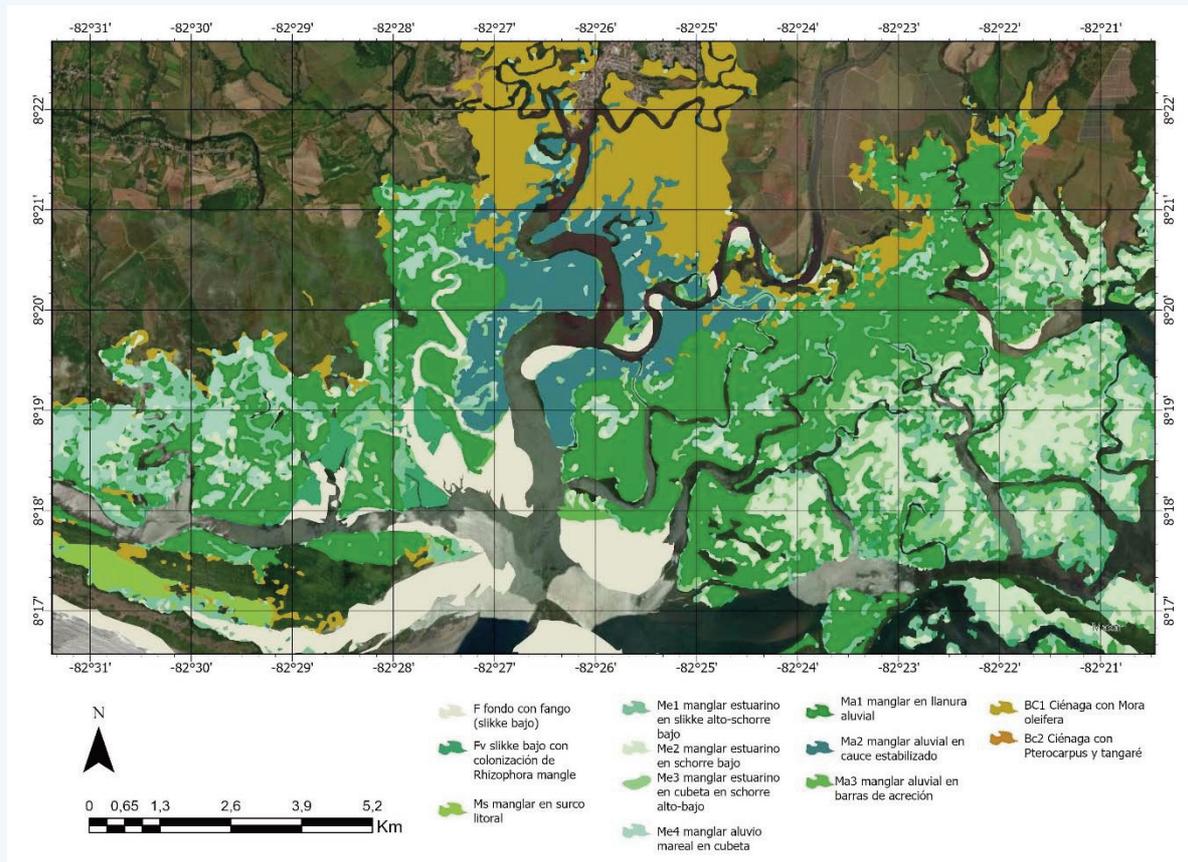


Figura 5. Detalle del sector de río Pedregal en el manglar del Golfo de Chiriquí, sector Isla Sevilla.

Fuente: Elaboración propia.

3.1. Fangos mareales o aluvio-mareles

SE RECONOCEN COMO TAL un conjunto de sedimentos compactos de naturaleza arcillosa o lutítica, areno-limosa, o de limos y bloques, en depósitos más o menos potentes frecuentemente de más de 4 o 5 m de espesor. Su presencia y distribución se vincula a los procesos que se desarrollan en todos los sectores y unidades, por lo que hacemos una valoración geocológica general.

Su disposición geomorfológica es diversa, tanto se localizan en forma de bancos laterales adosados a los manglares de los cauces de esteros, como pueden conformar depósitos que presentan bordes sobreelevados, o incluso disponerse como un manto delgado sobre el substrato rocoso desagregado del Golfo. Cuando constituyen bancos éstos pueden distribuirse de forma dispersa en función de la dispersión de los sedimentos en suspensión, los obstáculos morfológicos que la ensenada presente y el papel de trampa sedimentaria que las formaciones vegetales ejercen.

Sobre fangos mareales y substratos duros desagregados progresa la colonización pionera de manglar rojo (*Rhizophora mangle*), acompañándose o sustituyéndolo en condiciones aluvio-ma-

reales por el mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). La importancia de estos últimos se acrecienta en función de la progresión dominante de la dinámica aluvial, llegándose a configurar un tipo de subunidad de la clase de manglar aluvial.

3.2. Sedimentos arenosos costeros (Sv) y manglares en surcos litorales (Ms)

SE TRATA DE DOS UNIDADES biogeomorfológicas, recogidas de esta forma en la cartografía, pero vinculadas por la evolución geomorfológica de una línea de costa de sedimentos arenosos constituyendo una playa, que en su extremo modela una flecha litoral con punta libre de vegetación o spit.

Su principal característica radica en la gran dinamicidad geomorfológica de la flecha, la cual suele tener una magnitud considerable. La fortísima deriva litoral, la gran amplitud de las mareas y la intensidad del oleaje, proporcionan el material sedimentario, y dirigen las modificaciones y cambios constantes que en la mayoría de las unidades donde se constata su existencia, se evidencian a escala decenal.

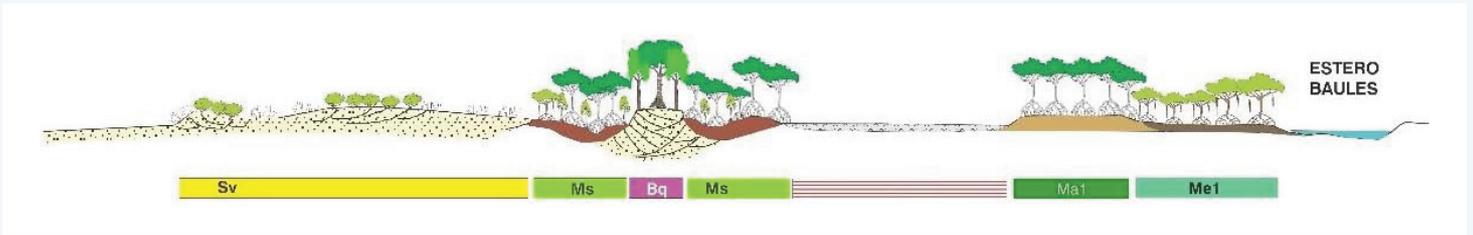


Figura 6. Transecto de norte a sur desde estero Baules al mar con manglar estuarino (Me1), manglar aluvial (Ma1), tanne (cubeta salina), manglar en surco litoral (Ms) con Bosque húmedo (Bq) y vegetación psammófila hasta la playa.

Fuente: Elaboración propia.

Una concordancia regular existe como hemos dicho, entre la estas flechas y la configuración de cordones de sedimentos litorales (con modelado de surcos y crestas), formados durante las fases más recientes en las que el nivel del mar estaba relativamente más elevado que en el momento actual y, por consiguiente, los podemos identificar en una posición litoral más interna que las propias flechas con playas.

Prácticamente en los bordes occidentales de todas las ensenadas, pueden identificarse cordones y flechas de diferente magnitud, lo que permite identificar estas unidades con formaciones de manglares de *Rizophora racemosa* de grandes proporciones dominantes en los antiguos surcos del cordón, acompañados de mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y en el estrato arbustivo, helechos de manglar (*Acrostichum aureum*). Estos surcos se encuentran actualmente rellenos por sedimentos mareales areno-limosos en régimen funcional de *slikke* alto-*schorre* bajo.

3.3. Manglar estuarino (Me)

LA UNIDAD BIOGEOMORFOLÓGICA del manglar estuarino representa el manglar más típico de los humedales litorales tropicales de las costas del Pacífico, ya que la gran amplitud mareal permite que la incidencia de las aguas marinas penetre en golfos, bahías y ensenadas en una extensa superficie (Figura 7).

Al mismo tiempo, al tratarse de aguas oceánicas la salinidad es más alta y consiguientemente las formaciones de mangle, ca-

racterizadas como bosques halófilos, van a encontrar en este medio sus condiciones ecológicas más típicas.

Cuatro unidades se han identificado ocupando todas las posiciones, desde *slikkes* altos hasta *schorres* bajos. El resultado cartográfico muestra una imbricación con los caracteres aluviales, dado que la evolución de los rellenos de las ensenadas hace consolidar los sedimentos, establece sucesiones de vegetación de terrenos menos mareales y amortigua el flujo mareal. En primer lugar se reconoce el manglar estuarino con mangle rojo (*Rhizophora mangle*) dominante.

Colonizado prioritariamente por esta especie, su distribución de amplia valencia ecológica, ocupa los sedimentos de fangos mareales tanto en *slikke* alto y *schorre* bajo, en posición abierta y en fondos de ensenada. La distribución de esta unidad se localiza en los bordes de los conjuntos. Aunque domina el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), cuando no es monoespecífico, se encuentra acompañado por mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*), y dependiendo de la posición geomorfológico puede acompañarse igualmente de mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botón (*Conocarpus erectus*).

El segundo grupo lo constituyen las formaciones de manglar dominadas por mangle caballero (*Rhizophora racemosa*) y mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) o formaciones de piñuelo prácticamente monoespecífico. Su ubicación viene dada por los ambientes sedimentarios de *schorre* bajo, buscando la progresión en las cubetas y depresiones más resguardadas de las ensenadas.



Figura 7. Transecto en manglar estuarino y aluvial entre Bahía de los Muertos e Isla Piñalito al Este del manglar, con Manglar estuarino (Me1) en estuario, en cubeta (Me2 y Me3), Manglar aluvial (Ma1),

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Manglar aluvial (Ma)

FORMANDO PARTE DE LAS BARRAS de acreción aluvial y, como ya hemos mencionado anteriormente de los márgenes convexos en *slikke*, se configuran formaciones mono o bi-específicas de manglar constituyendo pantallas de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), y/o de mangle negro (*Avicennia germinans*). La progresión de este tipo de manglar es muy rápida, lo que hace en el conjunto del manglar de Chiriquí presente un saldo positivo continuando su colonización desde 1979 hasta la actualidad (figura 7).

El manglar aluvial es una formación con una mayor evolución, adaptada a un menor gradiente de salinidad y a una dinámica más estable. Solo en los tramos de cauce en los que existe menor energía y descarga sedimentaria, habitualmente bucles convexos de meandro, es posible encontrar variaciones significativas de manglares. Se reconocen progresiones de interés tanto aguas abajo con formación monoespecífica de mangle negro (*Avicennia germinans*), como principalmente aguas arriba donde se localizan múltiples ejemplos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), y/o de mangle negro (*Avicennia germinans*) en márgenes convexos de meandros.

La formación dominante es la de mangle caballero (*Rhizophora racemosa*) en ambientes sedimentarios de *schorre*. Pueden ocupar antiguos sedimentos de llanura aluvial y rellenos de cauces de brazos de río estabilizados, lineales o meandrosos. Se acompaña en la evolución de mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) que puede tomar un porte de decenas de metros y por alcornoque (*Mora oleifera*). En posiciones intermedias de influencia mareal, el manglar aluvial puede presentar bordes sobre elevados en levées limo-arenoso adosados a un cauce aluvial estable, conformando seguidamente cubetas con relleno de sedimentos arcillosos. Cuanto más alejado de la influencia mareal, ocupando posiciones de *schorre* alto,

mayor predominio de alcornocques tendrá el manglar aluvial y mayor acompañamiento de helecho de manglar (*Acrostichium aureum*).

3.5. Bosque de ciénaga (Bc)

LA FORMACIÓN DE BOSQUE de ciénaga es frente a las de manglar, de mayor riqueza específica y más estructurada verticalmente. La especie más representativa la constituye en el golfo el alcornoque (*Mora oleifera*), un árbol de la familia de las Fabaceae que si bien no llega nunca a formar conjuntos absolutamente monoespecíficos, si es el elemento dominante en estas ciénagas (Figura 8).

Como especie indicadora, el alcornoque se presenta acompañada mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) cuando colonizan antiguos sedimentos aluviales, tanto de naturaleza fangosa como detritica. En estos casos se trata de un ambiente sedimentario de *schorre* alto, y por lo tanto alejado de la influencia directa de las mareas, pero con encharcamiento habitual, y rasgos hidromorfos próximos a la superficie.

Una ciénaga diferenciada en cuanto algunas especies arbóreas es la que se desarrolla sobre saprofitos de alteración del sustrato, o sobre el sustrato desagregado del mismo. En ambos casos el encharcamiento superficial o subsuperficial tanto en la colmatación hidromorfa de los horizontes de suelo como por descargas del acuífero, el agua está presente. En todos los casos el alcornoque se rarifica, y en su lugar se perfilan especies como caña brava (*Bactris colorarensis*), cabimo (*Copaifera aromatica*), sangrillo (*Pterocarpus officinalis*) y cativo (*Prioria copaifera*), éstas últimas en franca y alarmante regresión.

Este tipo de ciénaga sobre sedimentos aluviales, por constituir superficies planas y generar suelos de textura limosa o detritica, han sido las elegidas para ser utilizadas como áreas de avance de la frontera agrícola y forestal.

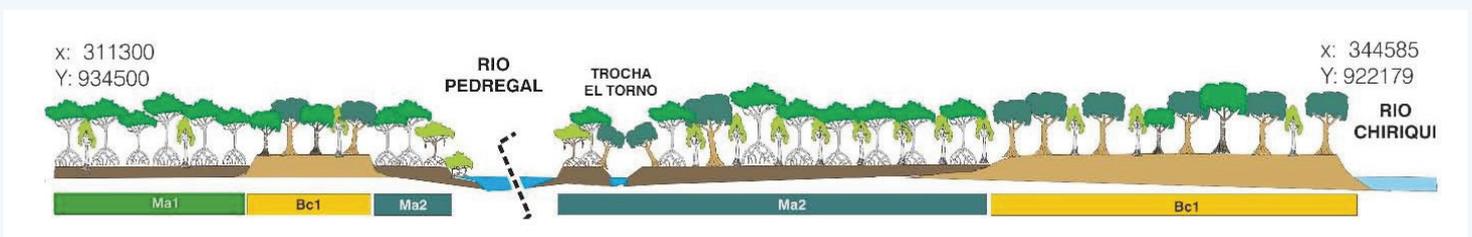


Figura 8. Transecto con bosque ciénaga (Bc1) en *schorre* alto entre los ríos Pedregal y Chiriquí, con manglar aluvial (Ma 1) en *schorre* bajo y (Ma2) en cauces estabilizados. Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión y conclusiones

LA ESPECIFICIDAD DEL GOLFO DE CHIRIQUÍ en lo que a manglares y bosques de ciénagas se refiere, deriva de su posición geomorfológica y climática en el litoral del Pacífico de Panamá. La recortada línea de costa en la provincia muestra un amplio abanico de manifestaciones de la morfología litoral: desembocaduras fluviales de los múltiples ríos que disectan el piedemonte de Barú y de la Cordillera Central, con abundante carga sedimentaria de gravas y arenas; formaciones de abanicos aluviales colgados respecto del nivel de base actual; ensenadas rellenas de fangos y depósitos areno-limosos; tramos de flechas y cordones litorales; acantilados y escarpes rocosos; cerros más o menos cónicos con morfologías de inselberg; cabos, islas y crestas morfoestructurales de litología areniscosa; y extensas playas de arenas.

En todo caso, dicha costa refleja una evolución de un paisaje geológicamente reciente, del Pleistoceno en el continente (últimos 2 millones de años) y del Holoceno en la costa (últimos 10.000 años y más particularmente los más recientes últimos 6.000 años). En él, los procesos dominantes han estado en la alternancia de los ritmos de sedimentación e incisión aluvial, la actividad sismo volcánológica que parece controlar toda la dinámica del continente, y las variaciones y modificaciones del nivel del mar e influencia de la deriva litoral que repercuten directamente en las grandes y pequeñas formas costeras.

Las condiciones climáticas de carácter tropical de estacionalidad contrastada actuales parecen haberse mantenido en el tramo final de los piedemontes y línea de costa a lo largo de todo el período del Cuaternario (últimos 2 millones de años), habida cuenta de la ausencia de indicadores paleoambientales que informen en sentido contrario.

En tal sentido es necesario subrayar que los substratos rocosos del entorno litoral se presentan de forma habitual alterados geoquímicamente, proporcionando un manto de formaciones superficiales de carácter limo arcilloso y laterítico de frágil consistencia que denominamos saprolito, sobre el que se desarrollan suelos hidromorfos, fácilmente erosionables y de baja capacidad agronómica. Sobre este relleno ha progresado la col-

matación mareal y aluvio-mareal de los últimos 6.000-4.000 años, con sedimentos finos de carácter arcilloso, limo-arcilloso y, más localmente, arenoso. Se trata del período en el que el nivel del mar ha alcanzado la posición batimétrica que tiene en la actualidad con su oscilación mareal correspondiente.

Durante éste periodo los factores claves de la morfodinámica general de las ensenadas, y con ello de la evolución de los ritmos de colonización y adaptaciones de los ecosistemas del manglar y bosques de ciénagas, lo han constituido tres grandes tipos de procesos naturales.

En primer lugar las pequeñas variaciones decimétricas (quizá de hasta un metro) del nivel del mar de los conocidos como períodos históricos. En segundo término, la acción de los fenómenos extremos registrados en estas costas del océano Pacífico como son tsunamis, huracanes, tormentas tropicales u oleajes de gran intensidad. Y finalmente los procesos que están controlados por la deriva litoral y la redistribución de la carga sedimentaria.

La repercusión de éstos factores es muy notoria en el modelado interno y externo de las ensenadas del Golfo de Chiriquí, e identifica a nuestro entender, una de las peculiaridades más características del humedal. Los ejemplos más representativos lo constituyen sin duda la formación de los surcos y cordones litorales, actualmente evolucionados a esteros y con colonización de manglar. Lo reciente de estos fenómenos hacen que todavía en la actualidad podamos identificar su evolución en los ámbitos estuarinos del manglar, bajo la influencia del ritmo de las mareas.

Durante los últimos 40 años la transformación de la morfología costera es un fenómeno evidente, el cual podemos seguir tanto por la memoria histórica de los habitantes de los corregimientos litorales, como a través de la cartografía regular, las fotografías aéreas y las imágenes de satélites.

Financiación: Asesoría Técnica de la Universidad de Sevilla y de la AECE a la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá. Fondo Mixto Hispano Panameño.

5. Bibliografía

- Cámara R. & Díaz del Olmo, F. (1997): Tannes, bucanes y maniguas: tránsito marino-continental en marismas intertropicales con manglares (República Dominicana) *IV Reunión del Cuaternario Ibérico. Cambios ambientales en medios costeros de la Península Ibérica. Sevilla*, pp. 192-197.
- Chapman, V.J. (1976). *Mangrove vegetation*, Vaduz: J. Cramer,
- Chapman, V.J. (1977). *Wet coastal ecosystems, en Ecosystems of the World*, Amsterdam: Elsevier.
- Díaz del Olmo, F., Cámara R. & Martínez Batlle J.R. (2004). *Los manglares de la provincia de Chiriquí (República de Panamá). directrices, recomendaciones y cartografía multiescala para una gestión sostenible*. Ciudad de Panamá: AECI-ANAM.
- Dinerstein, E., Olson, D.M., Gram., D.J., Webster A. L., Primm, S. A. & Bookbinder, M.P. (1995). *Una Evaluación del estado de Conservación de las Eco-regiones Terrestres de América Latina y el Caribe*. Banco Mundial -WWF. Washington D.C.
- Henderson B. & Glamore W. (2024). Mangrove extent reflects estuarine typology and lifecycle events *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 304, September, 108813 <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108813>
- Leal, M. & Spalding, M. D. (2024). *The State of the World's Mangroves 2024*. Global Mangrove Alliance. <https://doi.org/10.5479/10088/119867>
- Lebigre, J.M. (1983). Les tannes, approche géographique. *Madagascar Revue de Géographie*, 43, pp. 41-63.
- Myers, N., Mittermeller, R.A., Mittermeller, C.G., da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, V. 403. pp. 853-858.
- Osorio, O.O. (1994). *Situación de los manglares de Panamá, El Ecosistema de Manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación*, New York: D.O. Suman (Ed), Rosenstiel Sch.of Marine and Atmsph. Sc., Miami & The Tinker Found., pp. 176-192.
- Paskoff, R. (1994). *Les littoraux. Impact des aménagements sur leur évolution*. Paris: Masson.
- Salomon, J.N. (1978). Contribution à l'étude écologique et géographique des mangroves. *Revue de Géomorphologie Dynamique*, 27, 2-3, pp. 63-82.
- Woodroffe, C.D. & Grindrod, J. (1991). Mangrove biogeography: the role of Quaternary environmental and sea-level change. *Journal of Biogeography*, 18, págs. 479-492. <https://doi.org/10.2307/2845685>
- Woodroffe, C.D. (1990). The impact of sea-level rise on mangrove shorelines, *Progress in Physical Geography*, 14 (4), págs. 483-520.

