Isabel Arozarena Llopis (Editora)

GUÍA GEOMORFOLÓGICA de las playas de COSTA RICA

TOMO I

euna

UNA
UNIVERSIDAD NACIONAL
COSTA RICA

Guía geomorfológica de las playas de Costa Rica

Tomo I

ISABEL AROZARENA LLOPIS

Guía geomorfológica de las playas de Costa Rica

Tomo I

euna

©EUNA
Editorial Universidad Nacional
Heredia, Campus Omar Dengo, Costa Rica
Teléfono: (506) 2562-6754
Correo electrónico: euna@una.ac.cr
Apartado postal: 86-3000 (Heredia, Costa Rica)

La Editorial Universidad Nacional (EUNA) es miembro del
Sistema Editorial Universitario Centroamericano (Seduca).

© Isabel Arozarena Llopis
© Guía geomorfológica de las playas de Costa Rica. Tomo I

Primera edición 2023

Dirección editorial:
Alexandra Meléndez Calderón y Marianela Camacho Alfaro
marianela.camacho.alfaro@una.ac.cr

Diseño portada: Ester Molina Figuls
Fotografía: José Rodrigo Conejo Salas

551.457097286
A771g Arozarena Llopis, Isabel

Guía geomorfológica de las playas de Costa Rica : tomo I / Isabel Arozarena Llopis. -- Primera edición. -- Costa Rica : EUNA, 2024.

1 recurso en línea (362 páginas) : ilustraciones, fotografías, mapas a color, archivo de texto, PDF, 20 MB

ISBN 978-9977-65-807-0

1. GEOMORFOLOGÍA 2. GUÍAS 3. COSTA RICA 4. PLAYAS 5. PENÍNSULA DE NICOYA (GUANACASTE) 6. GUANACASTE (COSTA RICA) 7. GOLFO DE NICOYA (GUANACASTE) I. Título

De conformidad con el artículo 16 de la Ley N.° 6683, Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos, se prohíbe la reproducción parcial o total no autorizada de esta publicación por cualquier medio o procedimiento mecánico o electrónico, con excepción de lo estipulado en los artículos N.° 70 y N.° 73 de la misma ley, en los términos que estas normas y su reglamentación delimitan (Derecho de cita y Derecho de Reproducción con fines educativos).

Contenido

Agradecimientos **9**

Prólogo **11**

Capítulo 0 ..... **13**

Introducción **13**

0.1 Trabajo de campo y geomorfología de playas **14**

Marco teórico **15**

Caracterización geomorfológica de las playas **19**
Caracterización sedimentológica y perfiles de playa **20**

0.2 Estructura del libro **23**

0.3 Referencias bibliográficas **25**

Capítulo 1 ..... **27**

Las playas de Guanacaste y península de Nicoya **27**

1.1 Geología y geomorfología de las playas de Guanacaste y península de Nicoya **29**

Las playas de Guanacaste y de la península de Nicoya **34**
Corrientes de resaca en Guanacaste y península de Nicoya **36**

1.2 Descripción de las playas de Guanacaste y península de Nicoya **38**

1.3 Referencias bibliográficas **282**

CAPÍTULO 2 ..... **285**

Las playas del golfo de Nicoya **285**

2.1 Geología y geomorfología de las playas del golfo de Nicoya **286**

Las playas del golfo de Nicoya **291**
Las corrientes de resaca en las playas del golfo de Nicoya **293**

2.2 Descripción de las playas del golfo de Nicoya **296**

2.3 Referencias bibliográficas **361**

Agradecimientos

Mis agradecimientos al Centro Operativo del Instituto Internacional del Océano en su ligamen con el programa climatológico y de investigación de las amenazas costeras, RONMAC, de la Universidad Nacional, y la oportunidad de apoyo económico y logístico que han abierto para, junto con el Instituto Costarricense de Turismo, poder efectivamente, concretar esta *Guía geomorfológica de las playas de Costa Rica*; producto de utilidad tanto para el usuario promedio, como adición sustantiva a la investigación científica de base.

Prólogo

Los insumos sobre la geología y la geomorfología que preceden este libro, detallados en su bibliografía, así como la comunicación nacional sobre el impacto del ascenso del nivel relativo del mar sobre la zona costera de nuestro país, durante la primera década de los noventa, a cargo del Instituto Meteorológico Nacional, han abierto ciertamente una primera puerta hacia la comprensión detallada de la geomorfología de las playas nacionales, pero resultan hoy día omisos de información básica hacia la toma de decisiones, de cara al ascenso del número de turistas en nuestro país, así como a la imperiosa mejora y, en consecuencia, obligada actualización de los planes de ordenamiento territorial costero a los que en la actualidad nos debemos. Por ello, este nuevo insumo viene minuciosamente a caracterizar, playa por playa, las más de trescientas visitadas, y a ofrecer un panorama completo de cada sector del litoral que las agrupa, incluyendo otras que en este momento no son accesibles o faltan aún por visitar.

A partir del año 2010, el programa climatológico marino de la Universidad Nacional, RONMAC, con la valiosa colaboración de instituciones como la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias; la Cruz Roja Costarricense, y muy particularmente, la Oficina de Atención al Turista del Instituto Costarricense de Turismo, ha emprendido un sistemático y detallado estudio y monitoreo de las playas nacionales, cuyos resultados han permitido la sistematización y clasificación de la información resultante por parte de la autora de esta obra, requisitos de su culminación.

La enciclopedia y el atlas de playas concretados consideran no solo aspectos de interés turístico, como el acceso a las playas, el color de su arena, su uso específico, o la complicada consideración del nombre de una playa, muchas

veces multinombrada u omisa, sino también, aspectos de relevancia científica, guía esta de utilidad para quien desee ampliar la consideración formal de su naturaleza o dinámica litoral asociada. En lo particular, la consideración de los peligros asociados a cada playa atiende ese aspecto tan preocupante en nuestro país (flagelo mundial, dicho sea), cual es las corrientes de resaca, debido al significativo número de ahogados, potencialmente en ascenso debido a la cada vez mayor visitación de nuestras playas, tanto por vacacionistas locales, como extranjeros.

Por lo antes señalado, en nombre del sector académico de la Universidad Nacional, agradezco a Isabel Arozarena Llopis, en sus años de estadía en nuestro país, su muy significativo esfuerzo, producto de su indudable calificación profesional y tenacidad característica, para dar forma a este valioso insumo con el que hoy contamos, así como a los potenciales usuarios de esta obra, el mayor de los beneficios a partir de su atenta lectura.

Alejandro Gutiérrez Echeverría
Instituto Internacional del Océano
Universidad Nacional de Costa Rica

Capítulo 0

Introducción

Este libro se escribió con el objetivo de presentar la mayor cantidad de información posible recopilada en las sucesivas giras de campo que se realizaron entre los años 2010 y 2017, y que no se incluyó en el *Atlas de playas de Costa Rica*. Esta no inclusión se debe a dos motivos: el primero es que la primera obra (el atlas) tiene como público meta una población más amplia y menos especializada, que sencillamente quiere conocer la ubicación de todas las playas del país, su realidad fisiográfica, su accesibilidad y seguridad, y las condiciones de diverso tipo que se pueden encontrar en ellas. Este libro, en cambio, además de abundar en el detalle de esta información, se centra en aspectos geomorfológicos y morfodinámicos, no tan comprensibles y atractivos para el público en general. El segundo motivo es la gran cantidad de información que supone y el consiguiente volumen que ocuparía si fuera una única obra. Se consideró que el material recopilado sobre las playas queda mejor presentado en dos obras diferentes.

Por tanto, esta es una obra dirigida a profesionales, estudiantes y científicos interesados en la geomorfología y la morfodinámica de las playas, especialmente enfocado al estudio de las corrientes de resaca.

0.1 Trabajo de campo y geomorfología de playas

El principal objeto con el que se visitaban las playas era el de caracterizarlas geomorfológicamente, especialmente en cuanto a la morfología de su perfil y su morfodinámica. Existe una relación entre la morfología del perfil (estado de playa) y el oleaje que incide en la playa, y consecuentemente, con la presencia más o menos probable y persistente de corrientes de resaca. Por ello, se realizaron 388 perfiles en 344 playas, a algunas de las cuales se les realizó más de un perfil. Con esto podemos darnos una idea, en función de la época del año en que se realizaron cada uno de los perfiles, de la posibilidad de formación de corrientes peligrosas en la playa. Esto, junto con la estimación de la probabilidad de corrientes de resaca mediante el uso de fotografías aéreas, presentado en el *Atlas de playas de Costa Rica* (Arozarena, 2020, en prensa), constituyen la aproximación más detallada a un valor de peligrosidad por corrientes de resaca para todas las playas del país.

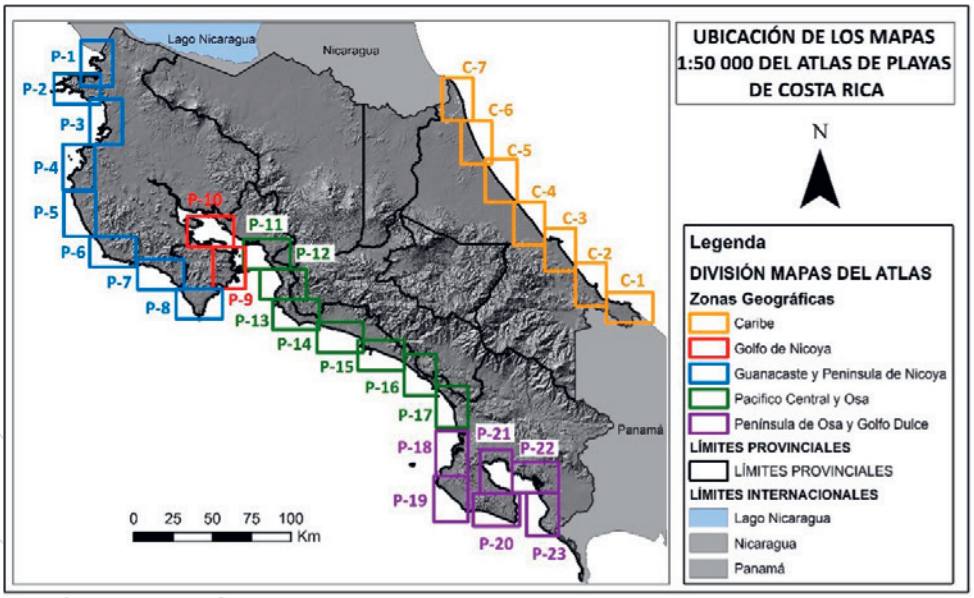


Figura I-0.1: Ubicación de los 30 mapas 1:50,000 en que quedó dividido el *Atlas de playas de Costa Rica*, y que representan las secciones en que se ha dividido este libro. Modelo digital del terreno (MDT) realizado con información de la cartografía BID Catastro 2008. Figura elaborada por Isabel Arozarena.

Marco teórico

Las playas pueden presentar variedad de morfologías tridimensionales, asociadas a la posición de una o más barras arenosas sumergidas, las cuales pueden adoptar diversas morfologías, como longitudinales a la playa o transversales a esta. Estas morfologías no son estáticas en el tiempo, sino que van evolucionando a lo largo de las semanas y meses en función del oleaje que reciba la playa. La presencia o ausencia, y la posición y forma de estas barras, tiene mucha relación con la presencia y las características de las corrientes de resaca. Existen diferentes modelos sobre la evolución de los perfiles de las playas en relación con el movimiento de las barras; algunos de ellos fueron propuestos por Davis *et al.* (1972), Sonu (1973), Short (1978, 1979), Wright *et al.* (1979, 1985) y Masselink y Short (1993).

Short (1978, 1979) y Wright *et al.* (1979) definieron un modelo evolutivo de la morfología de las playas desde un estado disipativo (Figura I-0.2 A) a uno reflejante (Figura I-0.2 F), pasando por ocho estadios intermedios (Figura I-0.2 B, C, D y E).

Estas variaciones temporales en la morfología de las playas tienen importancia desde el punto de vista de la hidrodinámica, y su relación con la propia morfología, puesto que la batimetría y las pendientes de la playa condicionan las características del oleaje rompiente sobre ella, y, por tanto, influirán también en la susceptibilidad de la playa a la formación de corrientes de resaca más o menos fuertes.

La distinción entre perfiles de playa disipativos y reflejantes fue definida primeramente por Kumar (1976). Posteriormente, los trabajos de Wright y Short (1984) acabaron por definir ordenadamente la secuencia de cuatro estados de playa intermedios, que queda de la siguiente manera (Figuras I-0.2 A-F):

a. Disipativa
b. Barra longitudinal y seno
c. Barra y playa rítmicas
d. Barra trasversal y corriente de retorno
e. Barra canaleta o terraza de bajamar
f. Reflejante

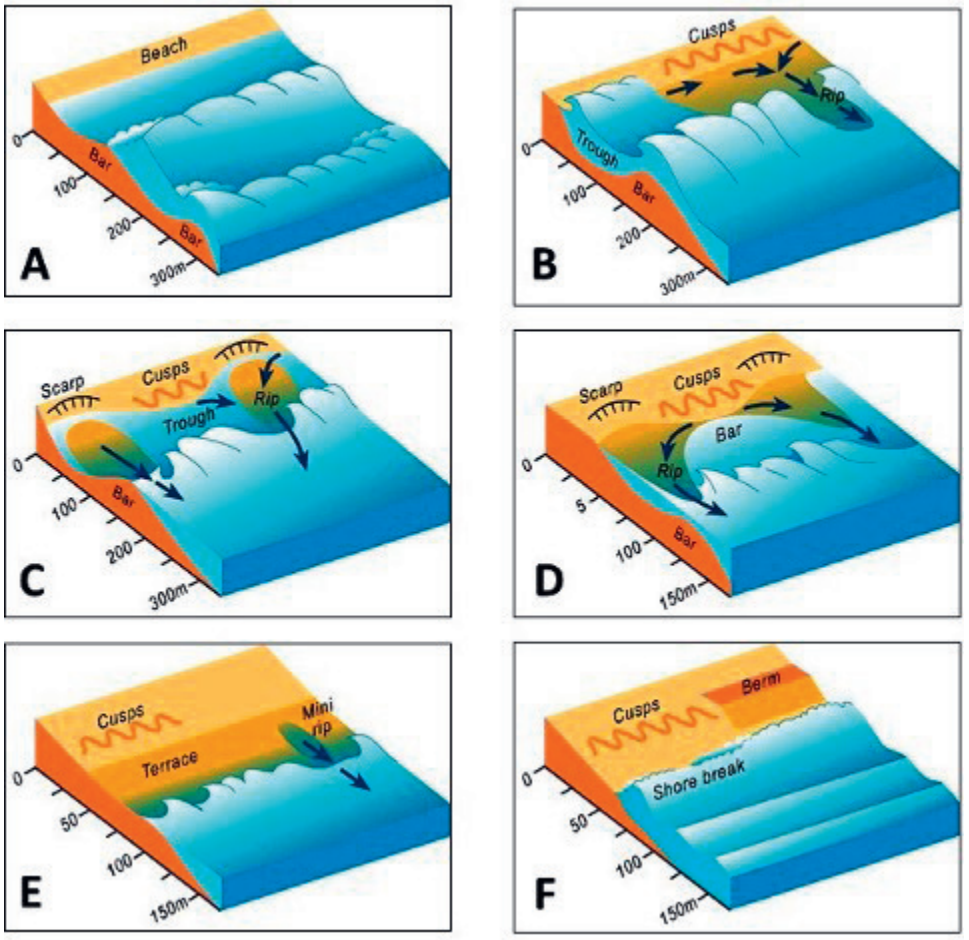


Figura I-0.2: A) Estado disipativo de playa, caracterizado por un perfil suave y tendido y una barra longitudinal sumergida. B) Estado intermedio de barra canal, inmediatamente sucesivo al estado disipativo, en el que la barra comienza a tomar forma semicircular. C) Estado intermedio de barras crecientes que van migrando hacia la playa. D) Estado intermedio de barra trasversal, en el que las barras crecientes del estado anterior alcanzan la playa emergida y comienzan a romperse para formar una alternancia de barras trasversales y canales de resaca. E) Estado intermedio de terraza de bajamar: las barras se sueldan finalmente a la playa formando una superficie casi plana al pie de la playa. F) Planta y perfil de una playa en estado reflejante, caracterizado por la alta pendiente de la zona emergida, y la ausencia de barra. Modificado de Short y Woodroffe (2009).

La secuencia parte de una playa disipativa (Figura I-0.2 A) en la que aparece una o varias barras longitudinales. Estas playas presentan un perfil suave y cóncavo, con la barra (o barras) sumergidas. Esta barra representa el producto de la erosión de la playa, resultado de un oleaje fuerte o de tormenta. A medida que estas playas son sometidas a un oleaje constructivo, la barra comienza a desplazarse, emprendiendo el camino de vuelta a la playa emergida. Así, pasa por los estados enumerados anteriormente, hasta el estado reflejante (Figura

I-0.2 F), en el que la convexidad de la playa indica que la barra ha vuelto a formar parte de la playa emergida. En el camino que la barra recorre, esta va variando su morfología: primero la barra comienza a acercarse y aumenta su pendiente (Figura I-0.2 B), seguidamente la barra comienza a pegarse por algunos puntos a la playa emergida, formando lo que se llaman barras crecientes o semicirculares (Figura I-0.2 C). En el siguiente estadio, la barra se rompe por varios sitios, dando lugar a varias barras transversales (Figura I-0.2 D). Este estadio es el más peligroso desde el punto de vista de las corrientes de resaca, puesto que la morfología favorece la formación de estas al presentar canales de resaca alternados con las barras trasversales. Esto no quiere decir que en los restantes estadios no se produzcan, pero es en este estadio particular en el que estas son más acentuadas. Seguidamente, las barras trasversales se aplanan y se comienzan a soldar unas con otras, formando la terraza de bajamar (Figura I-0.2 E): esa planicie que se descubre en marea baja. En el último estadio, la terraza de bajamar remonta la playa, para dar el característico perfil convexo de las playas reflejantes.

Aclaremos algunos conceptos sobre el estado de las playas:

Estado modal de las playas: la morfología de una playa en un instante dado es consecuencia de las características del sedimento, el oleaje y el estado previo de la playa, pero estadísticamente, a lo largo de todo un año, la playa tiende a tener preferencia por un estado, que es lo que se conoce como estado modal de playa (Vidal *et al*. 1995). Por ello, asumimos, aunque no con cierto riesgo, que el estado en el que hemos visualizado la playa en la visita de campo, unido a observaciones con fotografías aéreas, nos puede dar una idea del estado modal de la playa y, por tanto, de su comportamiento morfodinámico. Esta idea ha sido utilizada a la hora de valorar el peligro por corrientes de resaca (**PCR**).

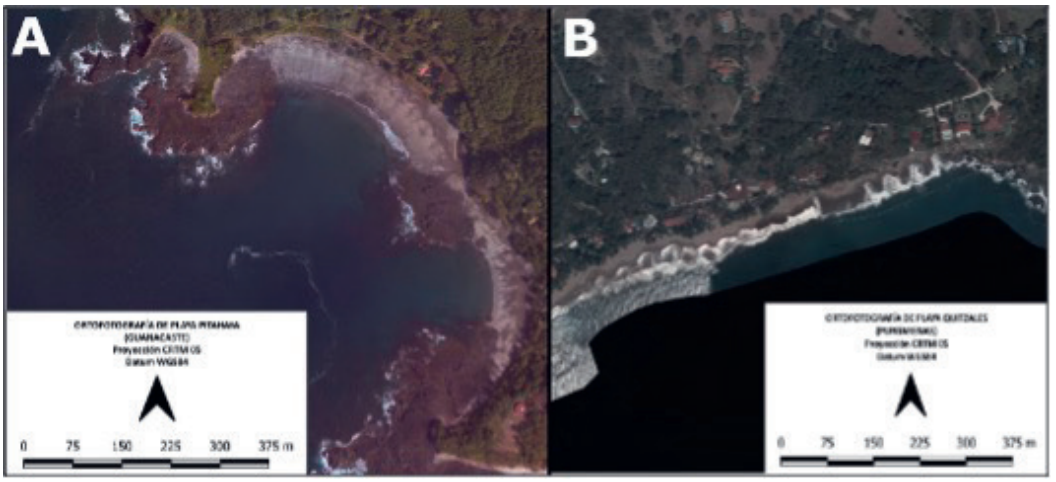


Figura I-0.3: Fotografías aéreas de playas con cúspides de playa (CNE, 2012). A) Playa Pitahaya, clásica playa en herradura con afloramientos rocosos y cúspides de playa. B) Playa Quitzales, con cúspides de playa y resacas de batida en la parte derecha de la playa. Fotografías pertenecientes al vuelo de la CNE de (A) 2012 (resolución 1 m), y (B) 2016 (resolución 0.5 m). Figura elaborada por Isabel Arozarena.

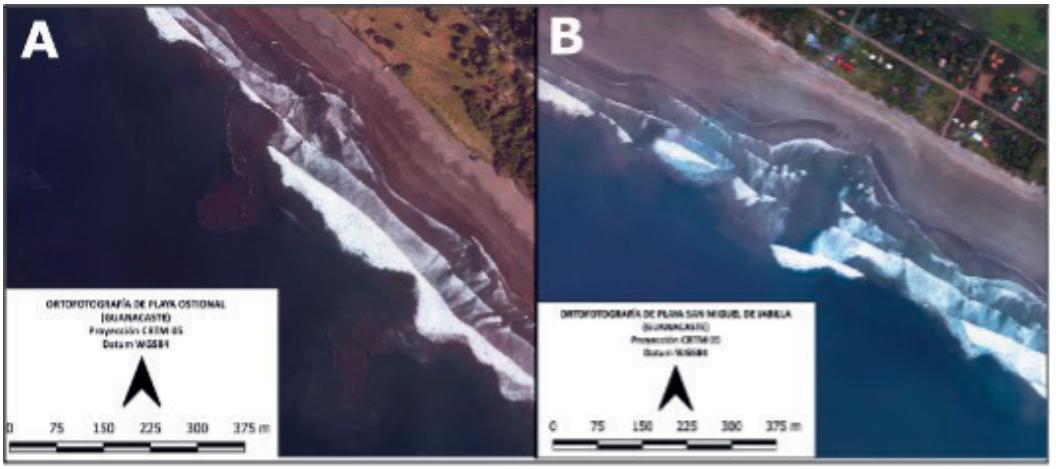


Figura I-0.4: Fotografías aéreas de playas con megacúspides. A) Playa Ostional, dos megacúspides con corrientes de resaca, visibles gracias a la pluma de sedimento. B) Megacúspide y canal de resaca en playa Jabilla. Fotografías tomadas del vuelo de la CNE en 2012 (resolución 1 m). Figura elaborada por Isabel Arozarena.

Cúspides de playa: son una forma característica que aparece a menudo en playas en casi cualquier estado de playa, excepto en el disipativo (Figura I-0.2 B, C, D, E y F). Son más frecuentes en playas de grano grueso (Bird 2010), en playas en herradura o con estados de playa reflejantes. Se caracterizan por una sucesión muy rítmica y regular de montes y valles, con longitudes de onda que suelen rondar los 25-50 m (Figura I-0.3 A y B).

Megacúspides: están asociadas al estado de playa de barra transversal (Figura I-0.2 D), pues estas formas son la parte situada entre la zona emergida de dos barras transversales sucesivas. Son formas similares a las cúspides, pero de mucha mayor longitud de onda y mucho menos rítmicas y regulares. Lo más llamativo de estas morfologías, cuando se observan en campo o en fotografía aérea, no es tanto la cúspide, sino la ensenada semicircular que queda entre dos megacúspides (barras transversales), y que marca el lugar donde se encuentra el canal de resaca. Debido a la fuerte circulación rítmica que se genera en la ensenada que se forma entre dos megacúspides, los canales de resaca se profundizan, rompiendo completamente la barra y consolidando el estado de playa de barra transversal (Vidal *et al.,* 1995) (Figura I-0.4 A y B). El oleaje que se verifica en la zona de la ensenada es caótico y refleja la refracción del oleaje por la irregular batimetría, que dará lugar a la formación de una corriente de resaca. Las playas que presentan estas formas han sido clasificadas con un PCR muy alto.

Caracterización geomorfológica de las playas

Una vez visto el cuadro teórico sobre los estados de playa y las morfologías que podemos encontrar en la playa, resulta interesante relacionarlo con los tipos de playas y de perfiles encontrados en las visitas de campo de las playas de Costa Rica. Según el análisis de campo y los perfiles transversales realizados en las playas, podemos clasificar las playas de Costa Rica en los siguientes tipos:

1. Playas de pendiente alta (o moderadamente alta) y constante, y normalmente de escasa longitud (menor o igual a 50 m): son típicos de playas en herradura de pequeño tamaño, muy frecuentes en Guanacaste. En este tipo también entran las playas del interior de bahía Salinas, que tienen una pendiente muy suave, pero constante. Esto es debido a que son playas que reciben un oleaje de viento muy suave, a diferencia de la gran mayoría de playas del país.
2. Playas de perfil amplio, tendido y cóncavo: típico de las playas rectas y abiertas del Pacífico Central, con longitudes que suelen superar los 100 m. Este perfil suele indicar la presencia de, al menos, una barra longitudinal sumergida. Serían playas de tipo disipativo, aunque vistas en fotografías aéreas, suelen presentar a menudo barras transversales y megacúspides. Suelen ser playas peligrosas por corrientes de resaca.
3. Playas de perfil extremadamente amplio y tendido: asociadas a desembocaduras de importantes ríos y su morfodinámica responde más a la acción fluvial, que al oleaje. Son ejemplos de este tipo las playas de Punta Bejuco y Puerto Coyote.

4. Playas de alta pendiente con bermas y escarpes: típico de playas en herradura pequeña con grano grueso o en herradura grande; estas últimas presentan con frecuencia cúspides de playa, que son las que se ven reflejadas en el perfil en forma de bermas. Suelen tener un comportamiento reflejante. Serían ejemplos de este tipo playa Malpaís (Mapa 8) y playa Manzanillo (Mapa 1).
5. Playas de pendiente alta y constante y terraza de bajamar: se podrían clasificar en otros dos tipos. Las de terraza de bajamar arenosa; ocurre a menudo en playas en herradura grandes o en playas grandes y expuestas pero que, de alguna manera, funcionan como playas en herradura grandes. Son ejemplos de este tipo, playa Tivives, Puntarenas, Bajamar. En este caso, la terraza de bajamar tiene un significado morfodinámico, como un estado de playa. El otro tipo correspondería a las playas cuya terraza de bajamar no es arenosa, sino una plataforma rocosa; se trata de las características playas levantadas por procesos neotectónicos de la península de Nicoya, aunque no son exclusivas de esta zona (también en la península de Osa, por ejemplo). En estos casos la terraza de bajamar, aunque influye en la morfodinámica, tiene un origen neotectónico, o geológico-estructural.
6. Playas tendidas con varias familias de cúspides de playa: típicas de playas rectas y abiertas del Caribe. Curiosamente, a pesar de que las cúspides se suelen asociar a un estado reflejante, en fotografía aérea suelen verse multitud de canales de resaca y megacúspides, probablemente asociados a barras transversales. La dinámica del oleaje, así como el rango de marea, en el Caribe, son muy diferentes a los del Pacífico, por ello la morfología de las playas y sus estados no es, en general, comparable.

Caracterización sedimentológica y perfiles de playa

La caracterización sedimentaria se hizo visualmente y en campo, en ocasiones, con ayuda de una cámara fotográfica de gran aumento. Esto permitió en numerosas ocasiones conocer la composición de los granos que forman el sedimento. Siempre que se pudo se trató de observar las características del sedimento en más de un punto a lo largo de la playa, y también, a lo largo del perfil. En el texto se indica el color del sedimento. La información sobre el tamaño de grano, y sobre el color de este (asociado a la composición), nos permite observar que hay playas que se alimentan de sedimento a partir de procesos fluviales, el cual llega a través de quebradas aledañas, y otras playas que se nutren principalmente de sedimento bioclástico de origen marino (conchas y corales), lo cual indica que en ellas actúa principalmente el oleaje y que, por condiciones

orográficas, no suele llegar sedimento fluvial. Curiosamente hay playas que, según la época del año, muestran un sedimento más negro (origen volcánico, y, por tanto, generalmente transportado fluvialmente), o más blanco. Ocurre que, en época lluviosa, los ríos y quebradas aportan cantidad de sedimento a las playas, el cual en muchas zonas de Costa Rica proviene de rocas volcánicas de colores oscuros. Durante la época seca, los ríos dejan de aportar sedimento, y domina una acción del oleaje constructiva (no produce erosión, sino crecimiento de la playa), que aporta bioclastos (fragmentos de conchas y, puntualmente, de corales). Playa Negra en Guanacaste (Mapa 4) es un ejemplo de ello, puesto que, en algunas épocas del año, la playa presenta una espléndida arena blanca. La presencia de grava dispersa en playas con sedimento fino es algo muy frecuente y se debe también a un aporte fluvial en época lluviosa.

Dadas estas características morfológicas e hidrodinámicas de las playas, y con el objetivo de tratar de definirlas y clasificarlas, se realizaron perfiles de playa para casi todas las que se visitaron. Existen diferentes métodos para realizar perfiles de playa. En nuestro caso, hemos utilizado una metodología sencilla que se enfoca en la forma del perfil como reflejo del estado de playa. La metodología consiste en la selección de una sección representativa del estado de playa, a ser posible en o cercana a la zona más frecuentada de esta. Se coloca cinta métrica de forma perpendicular a la línea de costa (Figura I-0.5); sobre el transecto marcado por la cinta métrica se colocan marcas (piedras, estacas o señales en la arena) en los puntos donde hay roturas de pendiente. Si la separación entre dos roturas de pendiente consecutivas es mayor de 3 metros, se introduce una marca adicional entre medias. Se anotan las distancias a las que se encuentra cada marca medidas con la cinta métrica, y mediante el uso de estadías y niveles, se toma la diferencia de altura entre cada uno de esos puntos. La gran mayoría de los perfiles se han realizado en el periodo comprendido entre una hora antes y una hora después de la marea baja. Más tarde, en oficina, se aplica un sencillo cálculo basado en el teorema de Pitágoras para sacar la serie de datos X, Y que permite dibujar el perfil.

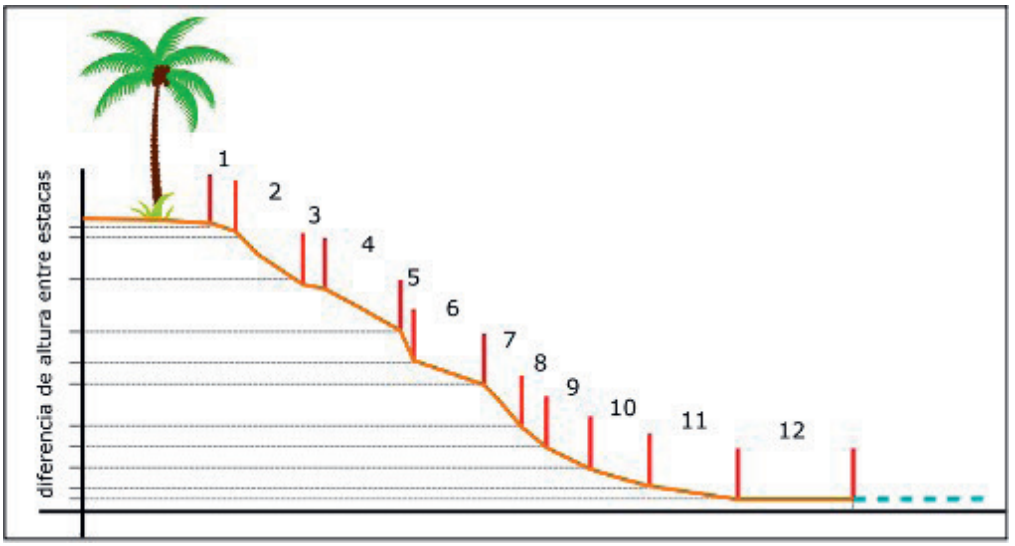


Figura I-0.5: Esquema que muestra cómo se han realizado los perfiles de playa. Se colocan estacas en los cambios de pendiente (líneas rojas continuas) y, eventualmente, en puntos intermedios para reflejar cambios más sutiles. Con cinta métrica apoyada sobre la arena se miden las distancias entre estacas (hipotenusas; tramos del 1 al 12). Mediante estadías graduadas se toman las diferencias de altura entre estacas. Mediante un cálculo basado en el teorema de Pitágoras, se obtiene la forma del perfil. Figura realizada por Isabel Arozarena Llopis.

Al final de la descripción de las playas de cada Mapa, se presenta un gráfico con los perfiles realizados más representativos de ese Mapa (no se incluyen todos los realizados, pues la información sería demasiado extensa). Los perfiles elegidos se agrupan en dos o más gráficos según su tipo. Normalmente se clasifican en perfiles de baja y alta pendiente, pero a veces se menciona la presencia o no de bermas, cúspides o terrazas de bajamar. En el Mapa 6, que corresponde a la zona de Sámara, donde las playas fueron fuertemente afectadas por el terremoto del 5 de septiembre de 2012, se muestran gráficos comparativos del perfil de varias playas, antes y después del sismo.

0.2 Estructura del libro

Como ya se mencionó, este libro viene a completar la información eminentemente cartográfica del *Atlas de playas de Costa Rica*. Este libro contiene información sobre todas y cada una de las playas visitadas durante siete años en las que se han estado realizando giras de reconocimiento. El libro está dividido en los mismos capítulos que dicho atlas (Guanacaste y península de Nicoya, golfo de Nicoya, Pacífico Central, Pacífico Sur y Caribe), y en las mismas secciones, que en el atlas eran cada uno de los mapas/hojas 1:50,000 (Figura I-0.1). Cada sección muestra una ficha descriptiva de cada playa visitada; no todas las playas han sido descritas, muchas son inaccesibles o de difícil acceso y no han sido visitadas, y otras se describen conjuntamente en una misma ficha, por proximidad y semejanza. La información que contiene la ficha completa, lo descrito en los mapas temáticos del atlas en cuanto a accesos, geomorfología y características del sedimento, usos y peligros, extendiéndola y ampliándola. La información que detallan las fichas de cada playa es la que sigue:

1. OTROS NOMBRES: en esta casilla se explica si la playa es conocida por algún otro nombre distinto del que le hemos asignado en el mapa. Se explica además si el nombre asignado es el del IGN o bien esta institución no menciona esta playa, y se ha hecho necesario otorgarle un nombre. Cuando esto ocurre, primero tratamos de darle el nombre por el que locales y visitantes la conocen; si esto no fuera posible, utilizamos el nombre de algún topónimo cercano que aparezca en los mapas del IGN. Por último, especialmente en la zona de la península de Santa Elena (Mapa 2) y en la zona de isla Tortuga (Mapa 9), muchas playas han sido numeradas en vez de darles un nombre; esto se debe al gran número de pequeñas playas, a la cercanía entre ellas y su dificultad de acceso, y a la ausencia de topónimos suficientes para nombrarlas a todas.
2. ACCESOS: en esta casilla se da información sobre cómo llegar y acceder a la playa, completando la información gráfica contenida en el mapa correspondiente del atlas. Se explica cómo llegar, qué desvíos tomar, si se puede llegar con vehículo hasta la playa, o si bien hay que caminar desde otro lugar. También se explican las condiciones en las que se encuentra el acceso.
3. GEOMORFOLOGÍA: se describen las características físicas de la playa y se clasifican estas en playa recta y abierta, herradura grande o pequeña, o playa rocosa. Se da información sobre la forma del perfil, la presencia de plataformas y acantilados rocosos en los alrededores, y la presencia o no

de *beach rock* (esta roca de playa es una particularidad, sobre todo, de las playas de Guanacaste, por lo que se explica en detalle en ese capítulo). Se explica la posibilidad de aparición de corrientes de resaca en cada playa (también en la casilla "Corrientes y Peligros").

4. CORRIENTES Y PELIGROS: aquí se habla del peligro por corrientes de resaca, que hemos abreviado como (**PCR**). Este peligro o amenaza ha sido estimado en función del número de corrientes observadas, utilizando las mismas colecciones de fotos aéreas y satelitales, que se usaron para digitalizar las playas para el *Atlas de playas de Costa Rica* (Arozarena, 2020, en prensa). En ellas, se llega a observar, sobre todo, plumas de sedimento que corresponden a la zona donde la corriente se dispersa, y anomalías en la rotura de las olas que indican la presencia de corrientes o canales de resaca. Utilizando esta técnica, se calcularon las corrientes que hay en cada playa por cada 100 m, y de esta forma se les dio un puntaje para clasificarlas como con PCR muy alto, alto, medio y bajo. Además, en esta casilla se detalla la existencia de otros peligros observados, como cocodrilos, derrumbes, acceso escarpado, etc., y la presencia de vigilancia (guardavidas) y señalización de los peligros. Dado que las giras fueron financiadas por el ICT, en parte, para que se hiciera un censo de sus señales de peligro por corrientes de resaca, se detalla también el número de estas existente. Aquí se detallan todos los peligros que se han observado, mientras que, en el mapa, se eligió el peligro que fuera el más acuciante para cada playa.
5. USOS: explica las principales actividades que se realizan en la playa, como por ejemplo surf, pesca, etc. En este libro se ha tratado de detallar todas las diferentes actividades que se realizan en cada playa, mientras que, en el atlas, se ha elegido la actividad que más caracteriza cada una de ellas.
6. SEDIMENTO: se explica el tamaño de grano (tamaño de la arena, presencia de grava y cantos) del sedimento de playa, su coloración, y en ocasiones se detalla también la composición (rocas volcánicas, corales, conchas, etc.) y la selección.

0.3 Referencias bibliográficas

A.D. S, Woodroffe C.D. (2009). The Coast of Australia, First. Cambridge university press, Melbourne.

Bird E. (2010). Encyclopaedia of Coastal Landforms 3. In: Encyclopaedia of coastal landforms.

Davis RA, Fox W.T., Hayas M.O., Boothroyd J.C. (1972). Comparison of ridge and runnel systems in tidal and non-tidal environments. J Sediment Petrol 42: 413-421.

Komar PD. (1976). Beach processes and sedimentation. Pre. Hall, New Jersey.

Masselink G., Short A. (1993). The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. J Coast Res 9:785-800.

Short A.D. (1978). Characteristics beach morphodynamics of the southeast australian coast. In: 4th Australian Conference on Coastal Ocean Engeneering, Adelaide, Dist. Engineers, Australia. pp. 148-152.

Short A.D. (1979). Wave power and beach stages:a global model. In: Proceedings International Conference on Coastal Engineering, 16th. pp. 1145-1162.

Sonu C.J. (1973). Three-dimensional beach changes. J Geol 81: 42-64.

Vidal C., Losada M.A., Medina R. (1995). Modelos de morfodinámica de playas. In: Proyectos y construcción de playas artificiales y regeneración de playas. pp. 55-74.

Wright L.D., Chappel J., Tho B.G., *et al.* (1979). Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems. Southeast Australia. Mar Geol 32: 105-140.

Wright LD, Short A.D. (1984). Morphodynamic variability of surf zones and beaches a synthesis. Mar Geol 56: 93-118.

Wright L.D., Short A.D., Grean M.O. (1985). Short term changes in the morphodynamics states of beches and surf zones: an empirical predictive model. Mar Geol 62: 339-364.

Capítulo 1

Las playas de Guanacaste y península de Nicoya

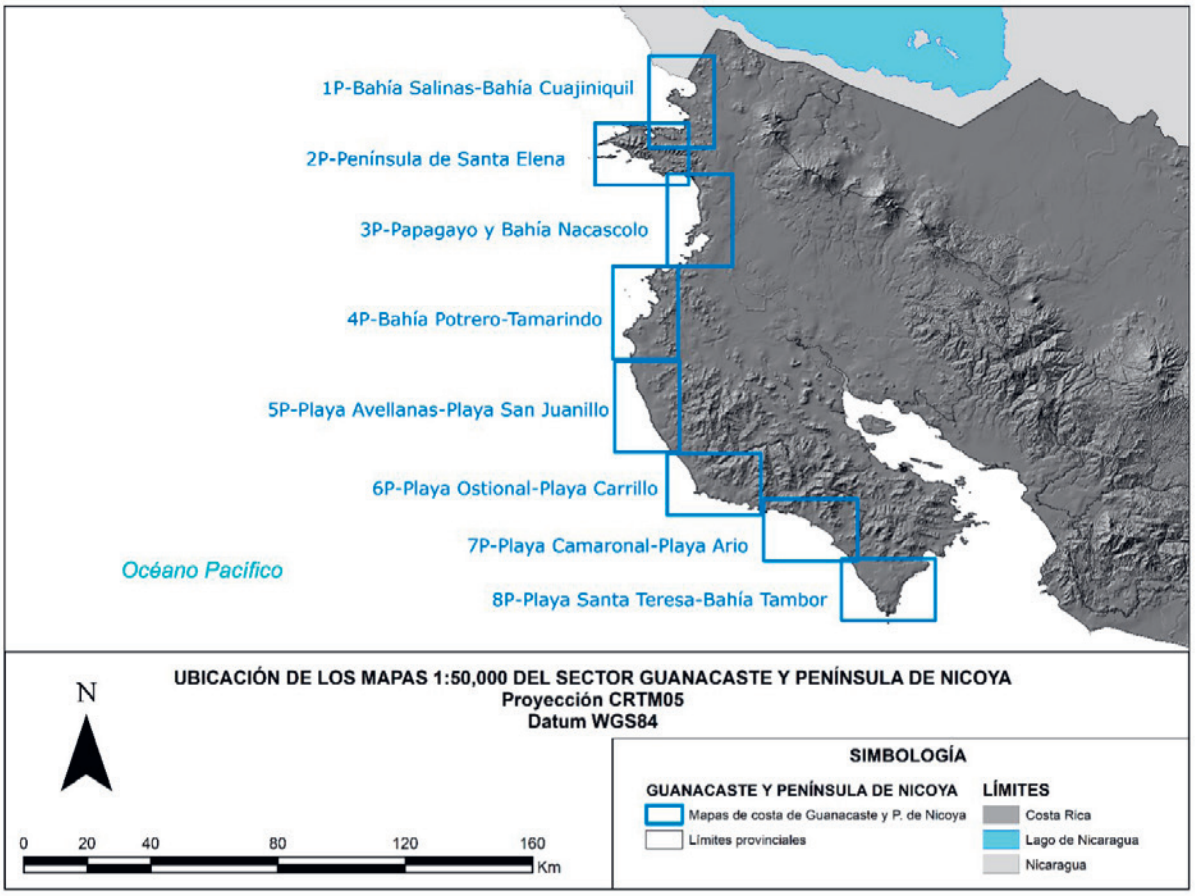


Figura G-0.1: División de la costa del sector Guanacaste y península de Nicoya en ocho mapas a escala 1:50.000 publicados en el *Atlas de playas de Costa Rica*, que representan los sectores en que está dividido este libro. Modelo digital del terreno (MDT) realizado con información de la cartografía BID Catastro 2008. Figura elaborada por Isabel Arozarena.

El sector de Guanacaste y sur de la península de Nicoya a que se refiere este primer capítulo, se extiende desde la frontera con Nicaragua por la costa pacífica, en la zona de bahía Salinas, hasta las playas de la provincia de Puntarenas, pero situadas sobre la península de Nicoya; el tramo termina inmediatamente antes de bahía Tambor, playa en la que comienza el sector del golfo de Nicoya. Este primer sector de Guanacaste y península de Nicoya comprende 398 playas, 150 de las cuales han sido visitadas y 248 son inaccesibles, por diferentes motivos. En Guanacaste y la península de Nicoya se han realizado 16 giras, seis de ellas se realizaron en 2010, una en 2012, cuatro en 2013, dos en 2015, dos en 2016 y una en 2017. Las playas de este sector se reparten en ocho hojas 1:50:000, como se puede observar en la Figura G-0.1.

1.1 Geología y geomorfología de las playas de Guanacaste y península de Nicoya

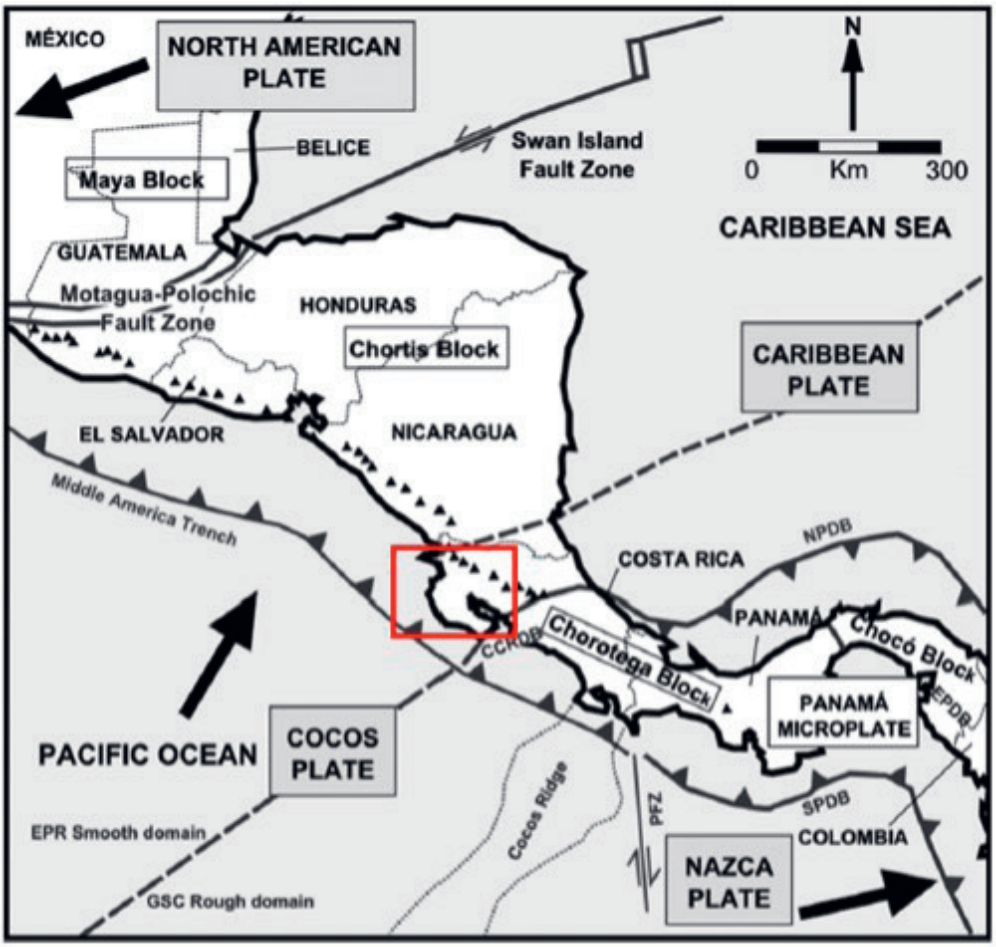


Figura G-0.2: Mapa tectónico de América Central, mostrando la geometría de las placas tectónicas; el cuadro rojo señala la zona de Guanacaste y península de Nicoya que se representa en la Figura G-0.1. Las flechas negras muestran el movimiento de las placas en relación con la placa Caribe. Los límites activos de placa se dibujan dentados con los picos sobre la placa superior en márgenes convergentes, y las flechas opuestas indican movimientos transformantes. Las líneas punteadas muestran los relieves batimétricos más destacables. EPR: elevación del este del Pacífico; GSC: centro de expansión de Galápagos; PFZ: zona de fractura de Panamá; CCRDB: cinturón deformado del centro de Costa Rica; NPDB: cinturón deformado del norte de Panamá; SPDB: cinturón deformado del sur de Panamá; EPDB: cinturón deformado del este de Panamá (Modificado de Marshall, 2007).

La península de Nicoya constituye, desde un punto de vista de tectónica regional, el extremo noroccidental de la cuenca de antearco de Chorotega (Figura G-0.2), que se extiende desde la península de Santa Elena hasta el golfo de Panamá, y que, a diferencia de otros lugares tectónicamente similares, se halla emergido (Marshall, 2007). Este margen continental convergente sufre procesos de deformación rápidos y presenta una topografía abrupta (Fischer, 1980).

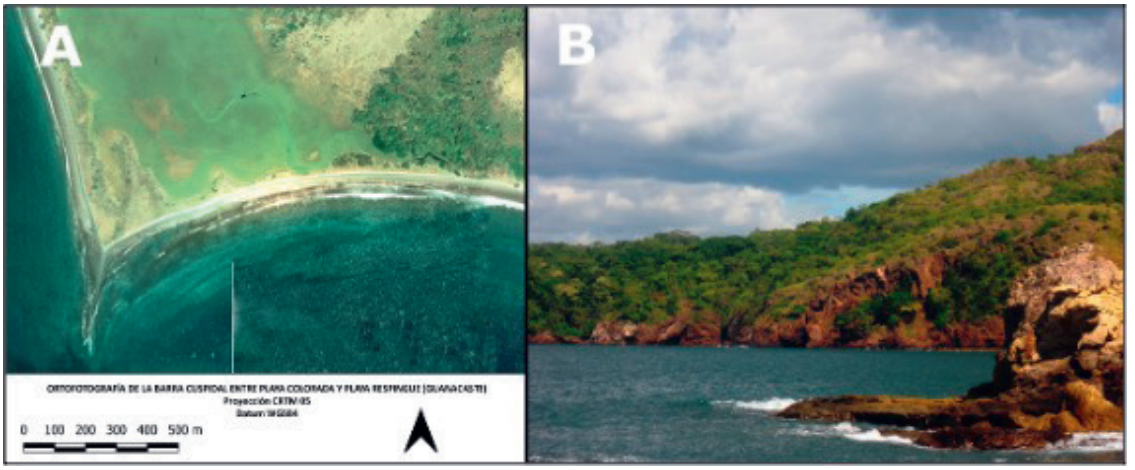


Figura G-0.3: A) Barra cuspidal en el encuentro entre playa Colorada y playa Respingue, al sur de la península de Santa Elena. Fotografía del vuelo BID-Catastro 2008 (escala 1:10,000). B) Acantilados al norte de playa Nombre de Jesús. Figura elaborada por Isabel Arozarena.

Al oeste de la península de Nicoya se encuentra el golfo de Nicoya y la llanura aluvial del río Tempisque (Madrigal y Rojas, 1980; Bergoeing, 1998). La península se sitúa en una zona de subducción de la placa Coco bajo la Caribe, y exactamente encima de la zona sismogénica de esta (Marshall y Anderson, 1995; Marshall *et al.,* 2003, 2005), donde la deformación del ciclo sísmico produjo un levantamiento cosísmico de más de 1 m de la costa de la península de Nicoya durante el terremoto de 1950 M 7.7 (Marshall y Anderson, 1995). Después de eso, el esfuerzo intersísmico produjo subsidencia en la costa (Protti *et al.,* 2001; Norabuena *et al.,* 2004); este proceso de hundimiento continuó hasta el terremoto de M 7,6 que ocurrió el 5 de septiembre 2012, a 24 km de la costa de la península de Nicoya, que elevó la costa occidental de la Península cerca de 68 cm (Protti *et al.,* 2013; Yue *et al.,* 2013). Lo que sugiere que las predicciones hechas por Protti *et al.* (2001) fueron correctas.

La costa de la península de Nicoya, por tanto, es el producto de ciclos de subsidencia prolongada durante décadas y levantamientos cosísmicos bruscos, que producen cambios drásticos en la línea de costa. El terremoto de 1950 con epicentro en la península de Nicoya y con magnitud 7.7 dio lugar a un levantamiento cosísmico de la línea de costa de algo más de 1 m (Marshall y

Anderson, 1995). Otros testigos del levantamiento de la península de Nicoya son la Isla Cabuya al sur de la península, cuyo último levantamiento ocurrió hace unos 500 años (Marshall y Anderson, 1995), la plataforma costera rocosa de Montezuma y la catarata con caída al mar en la zona de playa Cocalito de Puntarenas (Denyer y Cárdenes, 2000). Además, a lo largo de toda la península se observan numerosas playas levantadas, separadas del nivel del mar por plataformas rocosas.

Desde el punto de vista de la geomorfología costera, la costa del Pacífico Norte de Costa Rica contrasta con la de los países vecinos, y con la del Pacífico Central, por lo rocosa y escarpada, aunque también aparecen amplias playas, manglares y llanuras costeras (Blanco-Chao *et al.,* 2014). Las costas rocosas están formadas por rocas basálticas altamente deformadas y sedimentos pelágicos de edad Cretácico-Cenozoico temprano (Dengo 1968; de Boer, 1979; Kuijpers, 1980; Bourgois *et al.,* 1984; Donnelly, 1994). La activa e intensa tectónica de Costa Rica y los diferentes espesores y rugosidades de la placa de Cocos en subducción favorecen la aparición de diferentes bloques con características morfológicas diferenciales (Corrigan *et al.,* 1990; Gardner *et al.,* 1992; Fisher *et al.,* 1994; Montero, 1994; Kolarsky *et al.,* 1995; Marshall *et al.,* 2000, 2003; Marshall, J. S., Gardner *et al.,* 2001; 2004).

Además, podemos encontrar otras morfologías sobre la costa:

- *Barras cuspidales:* podemos encontrar barras cuspidales, que son triángulos arenosos formados por convergencia de corrientes litorales, como la que se forma entre playa Colorada y playa Respingue, al sur de la península de Santa Elena (Bergoeing, 1998) (Figura G-0.3 A).
- *Dunas:* en lugares con suficiente arena seca y fuertes vientos se pueden formar dunas, como en el sector de bahía Salinas, algunas de ellas rampantes, es decir, que trepan ligeramente por las laderas traseras a la playa. Es el caso de playas como Papaturro, Coyotera, Ecoplaya y Bolaños. Además, Denyer *et al.* (2005) encontraron dunas fósiles en las islas Murciélago con una edad de radiocarbono de entre 15 000 y 17 000 años. También se encuentran cordones dunares incipientes en playas más al sur de bahía Salinas, que solamente resultan activos (movimiento efectivo de la arena) en la época seca; algunos ejemplos son playa Matapalo y playa Ventanas.
- *Beach rock:* un elemento característico de muchas playas de Guanacaste y la península de Nicoya son los horizontes de *beach rock*. Gran parte de los afloramientos de este sedimento de playa en la península de Nicoya han sido descritos por Marshall *et al.* (2019). Se trata de formaciones sedimentarias endurecidas formadas por sedimentos

de playa, cementados rápidamente a través de la precipitación de cementos principalmente carbonáticos (Vousdoukas *et al.,* 2007); la litificación suele ocurrir en la zona intermareal y afecta a sedimentos de todo tipo, como arenas, conglomerados, tanto de tipo clástico como biogénico (Russell, 1963; Bricker, 1971; Milliman, 1974; Vieira y Ros, 2007). En el caso de los *beach rock* de Costa Rica, especialmente de la península de Nicoya, y al igual que otros afloramientos encontrados en los trópicos (Turner, 2005; Vousdoukas *et al.,* 2007), estos consisten en horizontes inclinados hacia el mar de sedimentos de playa litificados, formados por precipitación de calcita y aragonito (Marshall *et al.,* 2015). Estos depósitos se forman en la mayoría de los casos, bajo sedimentos de playa no consolidados, en ocasiones han quedado expuestos por erosión del material de playa o por cambios en el nivel relativo del mar (Marshall *et al.,* 2015). Marshall (2015) encontró afloramientos de *beach rock* en dieciocho playas: (Puerto Viejo de) Conchal, Carbón, Langosta, Avellanas, Negra, Pochotes, Socorro, Pitahaya, Pleito, Cocal, Pelada, Garza, Carrillo, Caletas, Cabuya, Montezuma, Cocalito y Quitzales. En el trabajo de campo realizado para el presente estudio se encontró *beach rock*, además, en las siguientes playas: Nacascolito, Penca del Papagayo, Matapalo, Ocotal, playas 125 y 127, Nombre de Jesús, Madero, Bonita, Bajo Grande, Mansita, Róbalo, Lagartillo, Surco de Piedra, Marbella, Eriza, San Juanillo y Bejuco (Figura G-0.4).

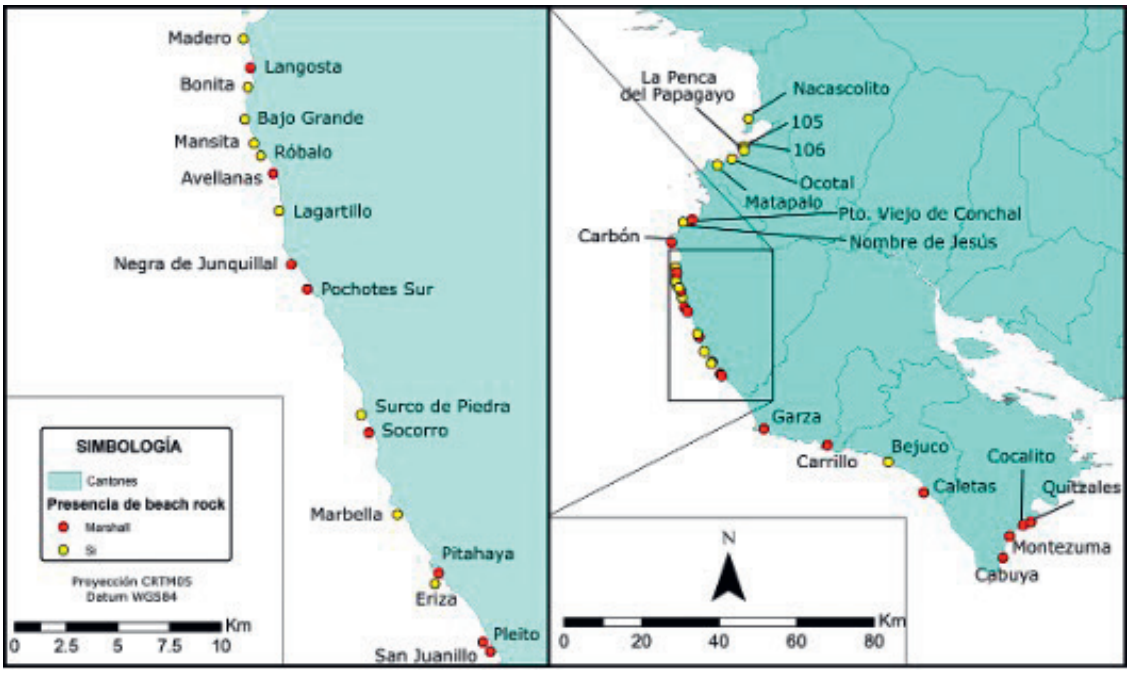


Figura G-0.4: Posición de los afloramientos de *beach rock* encontrados por Marshall (2015), en rojo, y los encontrados por el trabajo de campo del *Atlas de playas de Costa Rica* y la *Guía Geomorfológica de playas de Costa Rica*, en amarillo. Proyección CRTM05 y datum WGS84. Figura elaborada por Isabel Arozarena.

- *Esteros y manglares:* aunque la costa de Guanacaste y la península de Nicoya, en general, estén dominadas por tramos rocosos, existen también grandes playas, generalmente en correspondencia de amplios valles fluviales, en las que se han desarrollado esteros y manglares de cierta entidad. Son especialmente notables los de playa Bejuco, playa Jabilla y Coyote (Estero Jabilla) y Río Ario. Algunos de menor entidad también aparecen más al norte, como el de Tamarindo-Playa Grande y Puerto Viejo de Conchal.
- *Plataformas rocosas costeras:* son muy abundantes en casi todos los mapas de este capítulo, pero cobran especial importancia a partir del Mapa 4 hacia el sur. En el Mapa 7 son de nuevo menos frecuentes, para volver a surgir en el Mapa 8. Se trata de superficies rocosas subhorizontales, ubicadas frente a los laterales de las playas o en estas. Algunas de ellas se sitúan en posición intermareal, o ligeramente submareales, y otras se encuentran en posición supramareal. Estas plataformas muestran los sucesivos levantamientos que la península de Nicoya ha ido sufriendo a lo largo de la historia geológica. Un estudio pormenorizado de las edades de emersión y los procesos sufridos por cada una de ellas podría arrojar nuevas evidencias sobre la historia tectónica del margen pacífico de Costa Rica.

- *Acantilados:* el carácter rocoso y tectónicamente activo de la costa de Guanacaste y la península de Nicoya le confiere un aspecto accidentado, en el que además de plataformas rocosas, bahías y puntas, abundan los tramos acantilados. Son destacables las zonas situadas al sur de la península de Santa Elena, entre playas Naranjo y Cabuyal, y al norte de playa Nombre de Jesús (Figura G-0.3 A), aunque existen muchos más.

Las playas de Guanacaste y de la península de Nicoya

Las playas de Guanacaste presentan características morfológicas muy variadas, a diferencia de otros sectores de la costa del país donde las características de estas son más homogéneas. Los tipos de playas son: playas largas y abiertas dominadas por la acción fluvial y el depósito de sedimentos (playas rectas y abiertas); playas en herradura de tamaño grande (longitud superior a 1 km), y pequeñas playas en herradura (longitud inferior a 1 km), y, por último, playas rocosas, en ocasiones levantadas respecto al nivel medio del mar (playas levantadas). Al sur de la península de Santa Elena y en la zona norte de la península de Nicoya, la costa es recortada y abrupta, y abundan las playas en herradura que se alternan con promontorios rocosos y acantilados.

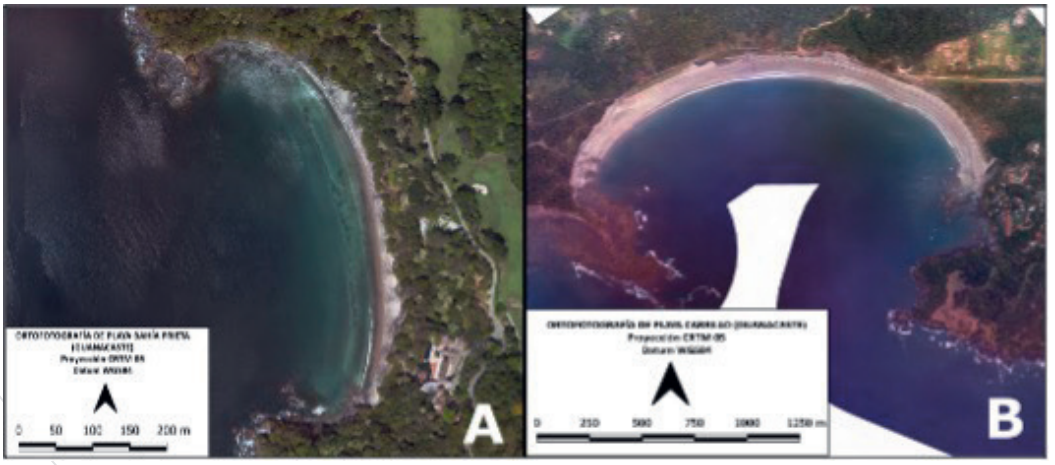


Figura G-0.5: A) Playa Bahía Prieta, en herradura de pequeño tamaño por tener una longitud inferior a 1 km. B) Playa Carrillo, en herradura de gran tamaño, por tener una longitud superior a 1 km. Fotografías tomadas del vuelo realizado por la CNE en 2012 (resolución 1 m). Figura elaborada por Isabel Arozarena.

En ocasiones, las mismas playas se encuentran emergidas por procesos tectónicos y presentan amplias plataformas rocosas entre el depósito arenoso y el nivel medio del mar, esto es especialmente frecuente al sur de Bahía Tamarindo, y es a lo que llamaremos en la descripción de las playas, playas levantadas (características de los mapas P3, P4 y P5). Lo más abundante en todo el sector son las playas en herradura. Mientras que las playas rectas abiertas son mucho más escasas que en sectores, como Pacífico Central o Caribe Norte. Sin embargo, encontramos playas largas, abiertas y dominadas por la acción fluvial, como playa Caletas, playa Bejuco o playa San Miguel, especialmente hacia el sur del tramo. Grandes bahías o playas en herradura las podemos encontrar en la zona norte de Guanacaste, como playa Panamá, playa Hermosa o playas del Coco, o más al sur, como playa Sámara, Garza y Carrillo. Las pequeñas bahías las encontramos por todo el sector de estudio, como playa Pitahaya, playa San Juanillo o playa Danta. Las playas donde los afloramientos rocosos cobran especial importancia son muy abundantes, especialmente en el sector central de la península de Nicoya, como playa Punta del Madero, o playa Lagarto (mapas 4 y 5).

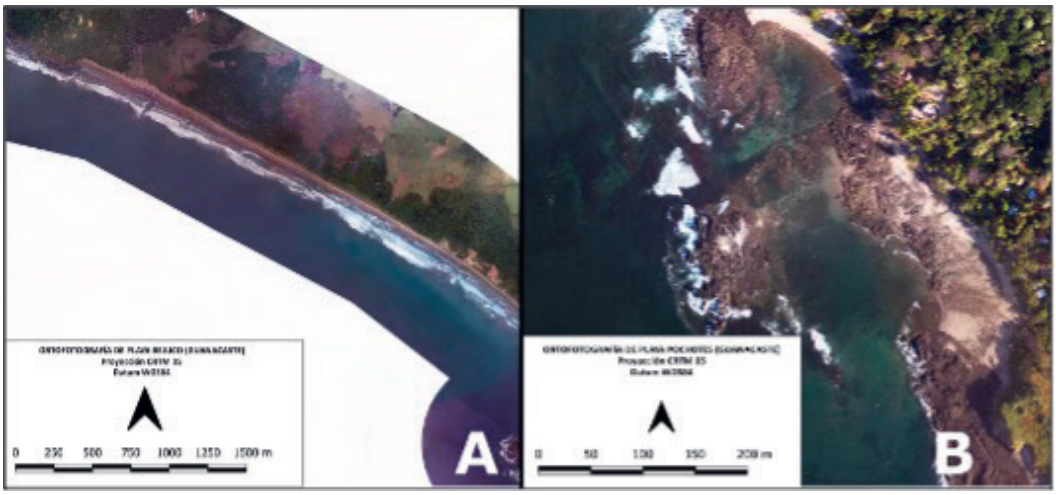


Figura G-0.6: A) Playa Bejuco, larga, abierta y expuesta. B) Playa Pochotes, clásica playa rocosa levantada, donde los afloramientos rocosos dominan sobre el depósito arenoso. Fotografías tomadas del vuelo realizado por la CNE en 2012 (resolución 1 m). Figura elaborada por Isabel Arozarena.

Corrientes de resaca en Guanacaste y península de Nicoya

Existe una gran variabilidad morfológica en las playas de Guanacaste y la península de Nicoya, desde grandes playas abiertas, como Bejuco, a playas en herradura de diverso tamaño, como Sámara, Playas de Coco o Pitahaya, pasando por playas con una gran influencia de los afloramientos rocosos, donde el depósito arenoso y su dinámica pasan a un segundo plano, como playa del Madero.

En consecuencia, las corrientes de resaca, sus mecanismos y tipología, son también variadas. Las playas abiertas y expuestas como Bejuco, Jabilla, Caletas, Ostional, entre otras, muestran generalmente corrientes periódicas y rítmicas a lo largo de la playa, a menudo relacionadas con morfologías de perfil de playa de barra transversal o barras crecientes; a menudo estas corrientes son extremadamente peligrosas, y, por tanto, este tipo de playas, que hemos llamado *rectas* y *abiertas*, son las que presentan mayor riesgo. En las playas en herradura, pueden darse varias situaciones. Por un lado, los promontorios rocosos pueden hacer que el oleaje sea amortiguado al entrar a la bahía y, en principio, ser playas más seguras que las abiertas; pero esto no siempre es así. Si la anchura de la bahía es pequeña en relación con la zona de surf, se puede formar una corriente, tanto en el centro de la bahía, como en uno o ambos extremos de esta (Short y Masselink, 1999). Si la anchura de la bahía es grande, en ocasiones la playa se puede comportar casi como una playa abierta, desarrollando estados de playa, mediante la migración de barras, por lo que también se pueden verificar situaciones peligrosas. En el caso de playas muy influenciadas por la presencia de afloramientos rocosos, también pueden darse varias situaciones: por un lado, la presencia de amplias plataformas rocosas que flanquean las playas hacia el lado marino, y amortiguan el oleaje que resulta en corrientes de resaca, en principio, más débiles. Sin embargo, estos afloramientos o plataformas rocosas son irregulares, y pueden tener zonas donde se formen canales rocosos de resaca, totalmente permanentes y muy rígidos, que den lugar a persistentes corrientes de resaca. Además, estas zonas rocosas que quedan sumergidas en marea media y alta suponen un peligro enorme para el bañista independientemente de las corrientes de resaca, puesto que se pueden producir golpes y arañazos, que pueden resultar también muy peligrosos.