

GUÍA GEOTURÍSTICA DEL PACÍFICO CENTRAL

Geodiversidad | Geoturismo | Cultura | Sociedad | Geoconservación
Geodiversity | Geotourism | Culture | Society | Geoconservation

GEOTOURISTIC GUIDE OF THE CENTRAL PACIFIC OF COSTA RICA

Lolita Campos B.
Allan Astorga Gattgens
2020

GUÍA GEOTURÍSTICA DEL PACÍFICO CENTRAL

Geodiversidad | Geoturismo | Cultura | Sociedad | Geoconservación
Geodiversity | Geotourism | Culture | Society | Geoconservation

GEOTOURISTIC GUIDE OF THE CENTRAL PACIFIC OF COSTA RICA

Lolita Campos Bejarano
Allan Astorga Gättgens

Copyright (C) 2020
Lolita Campos
I Ed. noviembre 2020

917286

C183g

Campos Bejarano, Lolita

Guía Geoturística del Pacífico Central / Lolita Campos Bejarano; diagramación: Luis Quirós,
1° ed. - San José, C.R.: Universidad de Costa Rica - Vicerrectoría de Acción Social, 2020. 1.

ESPACIO RESERVADO PARA ISBN

1. Turismo - Geografía - Guías.
- 2 Turismo - Costa Rica
3. Geoturismo - Astorga Gättgens, Allan. II Título.

Dedicatoria Dedicatory

A todos aquellos interesados en conocer y comprender los procesos naturales geológicos que han configurado nuestro planeta en general y en descubrir la historia geológica de una parte de nuestro país Costa Rica.

To all interested in knowing and understanding the natural geological processes wich have shapped our planet in general and to discover part of the geological history of our country Costa Rica.

Prólogo

La Geología es un instrumento científico que sirve para desentrañar los intrincados y complejos procesos ocurridos en el pasado geológico de una región, y poco a poco como en la armazón de un rompecabezas de todo un planeta.

Cada detalle, cada sitio de afloramiento geológico, adecuadamente comprendido e interpretado, aporta información que sumada a la de los otros sitios, permite ir construyendo una historia, una evolución geológica, dilucidando enigmas y dando respuestas a interrogantes científicas acerca de la historia y evolución de nuestro planeta.

En el presente libro, titulado Guía Geoturística del Pacífico Central Continental de Costa Rica, se muestra la enorme riqueza en geodiversidad de esta región y se hace la segunda de varias entregas sobre la Geología y la Historia Geológica del territorio Nacional, un segmento del borde suroeste de la Plateau Caribe, la cual data desde tiempos de la Era Mesozoica y que fue originada a varios miles de kilómetros de su posición actual, hacia el oeste, en el fondo del ancestral océano Pacífico, como producto de una extraordinaria anomalía geológica que provocó que todo en el planeta se dieran procesos geológicos de gran magnitud e importancia, por ejemplo las grandes emanaciones de lavas basálticas tanto en fondos oceánicos como en áreas continentales.

La región Pacífico Central Continental de Costa Rica constituye una de las exposiciones del basamento de la Placa Caribe, y también excelente registro de la evolución de una región antearco de un arco insular intraoceánico hacia un istmo continental evolucionado.

La Guía, que se ofrece al lector, muestra la ubicación de importantes y significativos sitios de afloramiento geológico (geositios), cuyos datos, tales como tipo de roca, edad, contenido fósil, y ambiente de

formación, suministran información clave acerca de la evolución e historia geológica de la región Pacífico Central Continental de Costa Rica.

Les invitamos cordialmente, a dar un recorrido de 115 millones de años por la historia de esta parte de las Américas conociendo no solo la geología de esta región de Costa Rica, sino también apreciando sus hermosos paisajes, y su historia, y compartiendo con su afable gente, y su cultura.

¡A todos, un Buen Viaje!

Los autores

Prologue

Geology is a scientific instrument that serves to discover the intricate and complex processes that found place in the geological past of a region, and step by step, can provide solutions to a greater puzzle as great as our whole planet.

Each detail, each geological outcrop, properly understood and interpreted, contributes with information that of other places, allows to reconstruct a history, a geological evolution giving answer to questions about the history and evolution of our planet.

In the present book, Geoturistic Guide of Central Pacific of the Costa Rica, it is shown the enormous richness in geodiversity elements of this region. This Guide is the second one of several deliveries on the Geology and the Geological History, a segment, of the Costa Rica of island arc territory of the enigmatic Caribbean Plateau of Mesozoic age, a plate originated several thousands of kilometers of its current position, in the western and deep ancient Pacific Ocean, geological anomaly that provoked the occurrence of geological processes of big magnitude and importance as the big emanations of basaltic

lava flows, on the oceanic floor from de Galapagos hot spot.

The Central Pacific region of Costa Rica represents another outcrop of the Caribbean Plate basement, and also an excellent record of the evolution of the intraoceanic island arc where important tectonic processes like accretion did occur.

This Guide offers to reader, information about the location of important and significant sites of geological outcrops (geositios), including data like rock type, age, fossil content, and formation environment, key information about the evolution and geological history of the Central Pacific region of Costa Rica and also of the Caribbean Plate.

We invite you, to take a tour of almost 115 million years back in the geological history of this planet, knowing not only the geology of Central Pacific Costa Rica, but appreciating its beautiful landscapes and share with its people and their culture.

To you all have a Good Trip!

The authors.

Contenido

¿Por qué de las guías geoturísticas?

¿Why the geoturistic guides of Costa Rica?

Geología

Geology

Mapa de ubicación de rutas geoturísticas

Location map of the planned Geotouristic Guides

El Pacífico Central de Costa Rica
Costa Rica's Central Pacific Coast

Tabla del Tiempo Geológico Parcial
Partial Geological Time Table

Las rocas: el testimonio de la Tierra
Rocks: the testimony of the Earth

El ciclo tectónico de las rocas
Rocks tectonic cycle

Procesos marinos costeros
Coastal marine processes

Marco tectónico del Pacífico Central
Central Pacific Tectonic Setting

Qué es una Cuenca sedimentaria?
What is a sedimentary basin?

El interior de la Tierra
Inner Earth

Dinámica de las cuencas sedimentarias
Sedimentary basins dynamics

Notas sobre la Geología del Pacífico Central
Notes about the Central Pacific

Sitios geológicos
Geological Sites

Referencias
References

Glosario
Glossary

Algunas informaciones útiles
Some useful hints

Agradecimientos
Acknowledgments

Por qué de las guías geoturísticas?

Con esta guía se pretende contribuir a la difusión del conocimiento de los procesos y fenómenos geológicos en general y de la geología nacional en particular, así como promover la atracción hacia un tipo de turismo de estudio que sirva de instrumento de desarrollo económico para las comunidades que cuentan con este recurso.

La elaboración de esta guía del Pacífico Central (3) ha surgido en el marco de un proyecto de Acción Social de la Universidad de Costa Rica. El primer recorrido elaborado es la región noroeste del país (1), no obstante se han programado además otros tres para el Valle Central (2) y Cordillera de Talamanca (4), Zona Sur (5) y parte de la región Caribe Sur (6).

¿Why the geoturistic guides of Costa Rica?

The purpose of this guide is to contribute to the diffusion of knowledge of the geological processes and phenomena in general and of the Costa Rican geology in particular. Also, it intends to promote a different kind of tourism which will hopefully become an instrument of sustainable social and economic development for the communities.

The elaboration of this guide that includes Inland Central Pacific (2) has occurred in the context of the Social Action Project of the University of Costa Rica. The first route was developed is northwest region (1) and the other three titles, still in development are: South Pacific (3), Talamanca Range (4), Central Valley (5) and and South Caribbean (6).

Geología

América Central Meridional, constituye el borde suroeste de la placa Caribe (a) y se originó como un arco insular desarrollado en el límite de convergencia de esta placa con las placas pacíficas, primero Farallón y luego Cocos (b, c). En un sistema de arco insular es posible distinguir una serie de elementos morfotectónicos mayores, siendo los principales la trinchera, el arco volcánico interno y los sistemas de cuencas de intraarco (d).

La región noroeste de Costa Rica se localiza sobre un basamento de origen oceánico constituido por asociaciones rocosas originadas en distintos ambientes tectónicos. Es posible reconocer al menos dos unidades mayores, una asociación de rocas principalmente volcánicas de edad Jurásico Superior (Calloviano) a Cretácico Inferior generada en una dorsal oceánica o cordillera submarina y otra asociación de edad Cretácico Superior perteneciente a la placa Caribe formada como una plateau oceánica desde una actividad volcánica de tipo fisural. A las anteriores se sobrepone un vulcanismo de arco de islas primitivo iniciado a finales del Cretácico Superior tardío.

Estos complejos de rocas ígneas oceánicas llamadas ofiolitas se presentan relacionados con rocas sedimentarias producto de la depositación de conchillas de organismos unicelulares del tipo radiolario. La formación rocosa resultante es una radiolarita, a la cual en la región se le ha llamado Formación Punta Conchal y se relaciona con la unidad de ofiolitas más antigua, en tanto que con los basaltos de plateau se observan lutitas silíceas, lutitas negras, radiolaritas y tobitas de la llamada Formación Loma Chumico. Posteriormente a la constitución de este basamento, se inicia el relleno de las áreas de sedimentación con la acumulación de brechas basálticas de la Formación Puerto Cariillo seguida de un intervalo de sedimentación pelágica, primero silícea y posteriormente carbonatada de edad Campaniano a Maastrichtiano-Paleoceno Inferior). Posteriormente al inicio del Paleoceno Superior la actividad tectónica origina la independización de dos grandes áreas de sedimentación separadas por un arco externo emergido: la cuenca Sámara-Cabo Blanco al oeste y la cuenca Tempisque al este.

En ambas cuencas se depositan sendas secuencias marinas profundas, que se diferencian en el tipo de composición: turbiditas carbonatadas de grano fino en la primera (Formación Arío) y turbiditas más gruesas y de composición híbrida-aporte carbonatado y andesítico (Formación Descartes) en la segunda. En la cuenca Tempisque se reconoce un episodio de sedimentación carbonatada somera del Paleoceno Superior (Formación Barra Honda).

En las cuencas arriba mencionadas, por encima de las formaciones Arío y Descartes se desarrolla una discontinuidad en la sedimentación, causada por un levantamiento del territorio, creándose un hato o ausencia de sedimentación, el cual sólo es interrumpido por la depositación de calizas someras de la Formación Fila de Cal durante el Eoceno Superior. Estas rocas son calizas organógenas de aguas someras acumuladas en los márgenes someros de ambas cuencas.

En esta región, semi emergida durante el Oligoceno (lapso de tiempo transcurrido aproximadamente entre hace 35 y 25 millones de años) se registra la depositación de calizas de aguas poco profundas para el Oligoceno Superior Mioceno basal. De nuevo son calizas organógenas tipo arrecife construidas por macroforaminíferos del tipo Miogypsina.

Posteriormente, en el Mioceno Inferior se reanuda la sedimentación en ambas cuencas, con la acumulación de depósitos marino someros de la Formación El Carmen en la cuenca Sámara-Cabo Blanco y de la Formación Cañamazo en la cuenca Tempisque.

Según las edades conocidas para la región del Mioceno Medio hasta el Plioceno se produce un nuevo hito en la sedimentación que se prolonga hasta la acumulación de los depósitos transicionales de la Formación Montezuma en la cuenca Sámara Cabo Blanco, mientras que en el sector de la cuenca Tempisque por encima de la Formación Cañamazo se da la acumulación de las rocas volcánicas y volcanoclásticas del Grupo Aguacate del Mioceno Superior-Plioceno. El resto del relleno en el sector oriental de la cuenca está representado por los productos previos a la instauración, en el Cuaternario, de la Cordillera Volcánica de Guanacaste y luego los productos generados desde ella misma.

A partir de la historia que cuentan las rocas a través de su composición, fósiles que contienen y edad, se puede interpretar cómo se formaron y recrear una geografía del pasado geológico como se muestra en (f).

Geology

Southern Middle America constitutes the southwestern boundary of the Caribbean Plate (a) and it was originated as an island arc during the convergence movements between the Caribbean and the Pacific plates, first with the Farallon and when this one broke-up with the remnant Cocos Plate (b, c). In an island arc system it is possible to distinguish a number of morphotectonic elements. The main elements are: the trench, the inner volcanic arc and the forearc and back-arc basins systems. An outerarc and intra-arc basins (d) could be also present.

The northwestern region of Costa Rica is located onto an oceanic crust basement originated in different geotectonic contexts. It is possibly to recognize at least two major rock units, an Upper Jurassic (Callovian) to Lower Cretaceous association of mainly volcanic rocks generated in an oceanic ridge and another of Upper Cretaceous oceanic basalts belonging to the Caribbean Plate formed as an oceanic plateau. Both units are out by a primitive island arc volcanism which started at the end of the Late Cretaceous.

These complexes of oceanic igneous rocks are called ophiolites and they occur together with sedimentary rocks which are originated by the accumulation of planctonic unicellular organisms like radiolarians and foraminifera. The rock formed by the sedimentation of radiolarian tests is a radiolarite. In the Northwestern part of the country a radiolarites formation is the so-called Punta Conchal. Formation, which is related with the oldest ophiolite unit, while the plateau basalts are associated with siliceous shales, black shales, and tuffs, this formation is called Loma Chumico (e).

After the formation of the ophiolite basement began the sedimentation, the first sediment was the basaltic breccia of Puerto Carrillo Formation followed by first siliceous and subsequently carbonate pelagic sedimentation of Campanian to Maastrichtian age, they grade into clastic turbidites series of the Curú Formation (Maastrichtian-Lower Paleocene). Then early in the Paleocene, tectonic activity led to the independence of two main depocentres separated by an uplifted outer arc, the Samara-Cabo Blanco basin to the west and the Tempisque basin to the east.

In both basins, deep marine sequences were deposited, which differ in the composition type: fine-grained carbonate turbidites (Ario Formation) was accumulated in the Samara-Cabo Blanco basin and thicker and hybrid -carbonate and andesite composition- turbidites of the Descartes Formation in the Tempisque basin. In this late basin, an Upper Paleocene episode of shallow marine carbonate sedimentation (Barra Honda Formation) is recognizable. In the above mentioned basins, a discontinuity in the sedimentation is developed over Descartes and Ario formations caused by an uplifting of the territory, this emersion caused a gap or absence of sedimentation, which was only interrupted by the deposition of shallowwater limestones of the Upper Eocene Fila de Cal Formation. These rocks are "reeflike" limestones accumulated in the shallow margins of both basins and consisting of algae and larger forams.

In this region, partially emerged during the Oligocene (a time lapse between 35 to 25 million years), it is recorded for the Upper Oligocene - Lower Miocene the deposition of shallow water limestones of the Punta Pelada Formation. These are reef-like limestones built by larger forams of Miogypsina type. Afterwards, in the early Miocene, the sedimentation occurred in

both basins with the accumulation of shallow marine deposits of the El Carmen Formation in the Samara-Cabo Blanco basin and the Cañamazo Formation in the Tempisque Basin.

Based on the known ages for Northwestern Costa Rica, between Middle Miocene and Pliocene times, there is another gap or hiatus in the sedimentation that lasts until the deposition of the shallow marine to continental deposits of the Montezuma Formation in the Samara-Cabo Blanco basin. At the same time volcanic and volcanoclastic rocks of the Aguacate Group were accumulated above the Cañamazo Formation in the Tempisque basin. The Tempisque basin was filled up with the volcanic and volcanoclastic materials supplied by the activity of the Guanacaste Volcanic Cordillera.

Based on the history that rocks tell by means of their main characteristics like composition, fossils, age, origin environment between other aspects, it is possible to reconstruct a geography of the geological past as it is shown in (f).

Mapa de ubicación de rutas geoturísticas Location map of the planned Geotouristic Guides



1. Pacífico Norte -Pacífico Central Peninsular, 2.Pacífico Central Continental, 3. Pacífico Sur, 4. Valle Central y Cordillera de Talamanca, 5. Pacífico Sur y 6. Caribe Sur.

1. North Pacific -Central Peninsular Pacific, 2. Continental Central Pacific, 3. South Pacific, 4. Central Valley and Cordillera de Talamanca, 5. South Pacific and 6. South Caribbean.

El Pacífico Central de Costa Rica Costa Rica's Central Pacific Coast



Tabla del Tiempo Geológico Parcial

Parcial Geological Time Table

Tabla del Tiempo Geológico
Guía Geoturística del Pacífico Central de Costa Rica

Eonotema	Eratema / Era	Sistema	Serie / Época	Piso / Edad	Edad (Ma) actualidad
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno		0.0117
				<i>Superior</i>	0.126
				<i>Medio</i>	0.781
			Pleistoceno	Calabriense	1.80
			Gelasiense	2.58	
			Piacenziense	3.600	
			Zancliense	5.333	
			Messiniense	7.246	
			Tortonense	11.63	
			Serravalliense	13.82	
			Langhiense	15.97	
			Burdigaliense	20.44	
			Aquitaniense	23.03	
			Oligoceno	Chattiense	28.1
			Rupeliense	33.9	
		Eoceno	Priaboniense	37.8	
			Bartoniense	41.2	
			Luteciense	47.8	
			Ypresiense	56.0	
		Paleoceno	Thanetiense	59.2	
			Selandiense	61.6	
			Daniense	66.0	
	Mesozoico	Cretácico	Superior	Maastrichtiense	72.1 ±0.2
				Campaniense	83.6 ±0.2
				Santoniense	86.3 ±0.5
				Coniaciense	89.8 ±0.3
				Turonense	93.9
Cenomaniense				100.5	
Inferior			Albiense	~ 113.0	
			Aptiense	~ 125.0	
			Barremiense	~ 129.4	
			Hauteriviense	~ 132.9	
			Valanginiense	~ 139.8	
			Berriasiense	~ 145.0	

Traducción al castellano de J.C. Gutiérrez-Marco en colaboración con:
Sociedad Geológica de España, Instituto Geológico y Minero de España,
Instituto de Geociencias (CSIC-UCM) y Real Academia de Ciencias.

Las rocas: el testimonio de la Tierra

Rocks: the testimony of the Earth

Las rocas ígneas se producen cuando la roca fundida (magma) se enfría y solidifica. Cuando se expone (extruye) sobre la superficie de la tierra, es afectada por los procesos meteorológicos (viento, lluvia, hielo, etc) y se erosionan

Descomponiéndose en pequeñas partículas de sedimento que luego son transportados y acumulados en barras de río, playas, barras de arena o deltas. El sedimento es enterrado gradualmente por cada vez más sedimento lo que lo compacta hasta convertirlo en roca (proceso de litificación).

Si el enterramiento continúa, por el aumento de la presión y la temperatura en profundidad, los minerales de la roca sedimentaria empiezan a recrystalizar transformándose en otros minerales y formando así otro tipo de rocas llamadas por este cambio ocurrido rocas metamórficas. El ciclo de la roca se completa cuando la roca metamórfica se calienta tanto que se funde y origina un magma nuevamente que se cristalizará formando las rocas ígneas plutónicas si no alcanzan a ser extruidas en superficie o de serlo constituir rocas extrusivas o volcánicas.

Las rocas ígneas y sedimentarias pueden convertirse en rocas metamórficas si son expuestas a más de 200°C o a fuertes presiones, por su parte las rocas metamórficas expuestas en la superficie también pueden ser erosionadas y originar rocas sedimentarias clásticas (llamadas así porque están hechas de pequeños clastos, granos o fragmentos).

Este ciclo sin fin es llamado el ciclo de las rocas

Igneous rocks are produced when molten rock cools and solidifies. When exposed at the earth's surface, the rock is broken down into tiny particles of sediment by weathering and erosion.

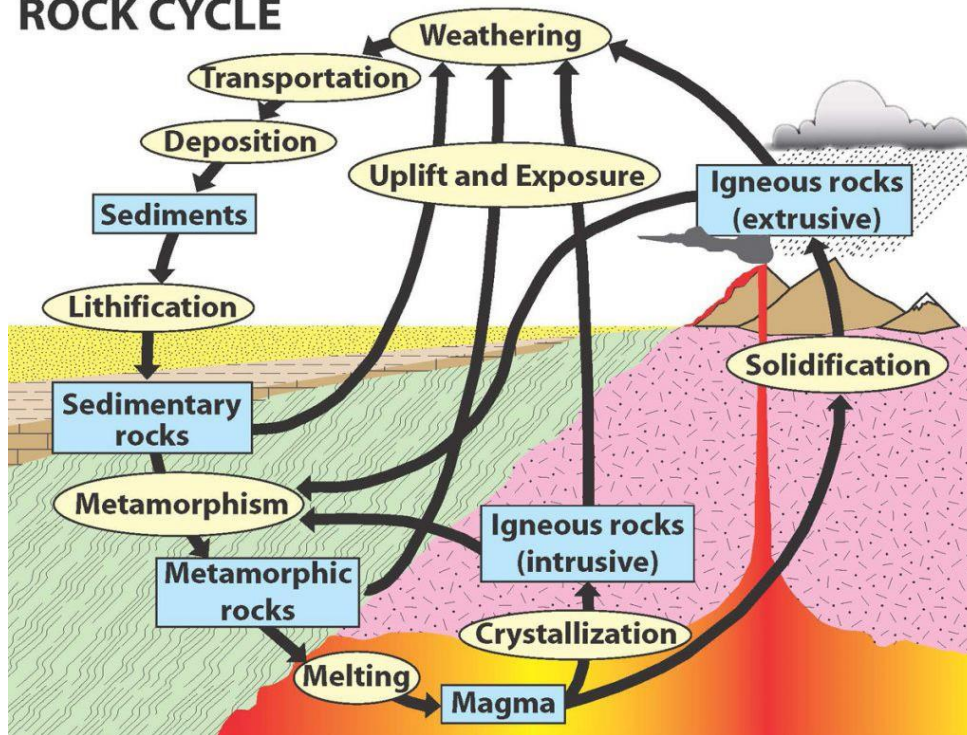
This weathered material is carried by water or wind to form sedimentary deposits such as beaches, sand bars, or deltas. The sediment is gradually buried by more sediment and subjected to higher pressure and temperature. It eventually hardens into sedimentary rock (lithifies). If burial continues, the increasing pressure and temperature at depth recrystalizes the sedimentary rock into a metamorphic rock.

The rock cycle is completed when the metamorphic rock becomes so hot that it melts and forms a magma again.

Igneous and sedimentary rocks can become metamorphic rocks if they are buried deeply enough or are affected by plate tectonic processes. Metamorphic rocks exposed at the surface will also weather to form sedimentary deposits.

These endless processes are called rock cycle.

ROCK CYCLE

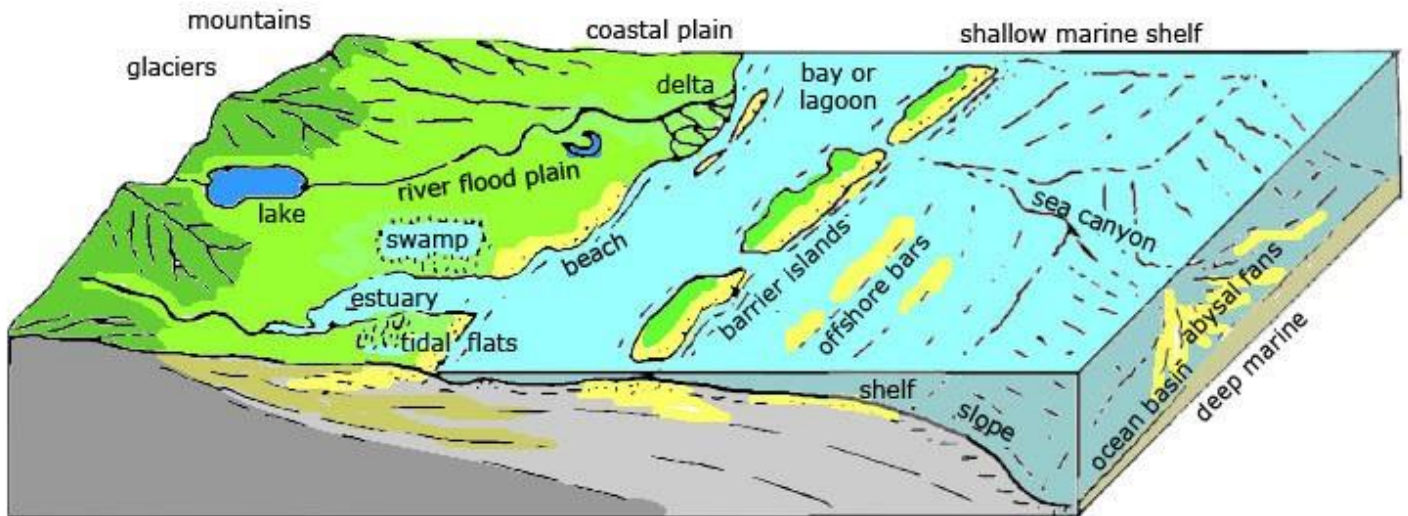


<https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/chapter/3-1-the-rock-cycle/>

Los lugares de acumulación de sedimentos (depocentros) clásticos Clastic depositional environments

Clastic depositional environments

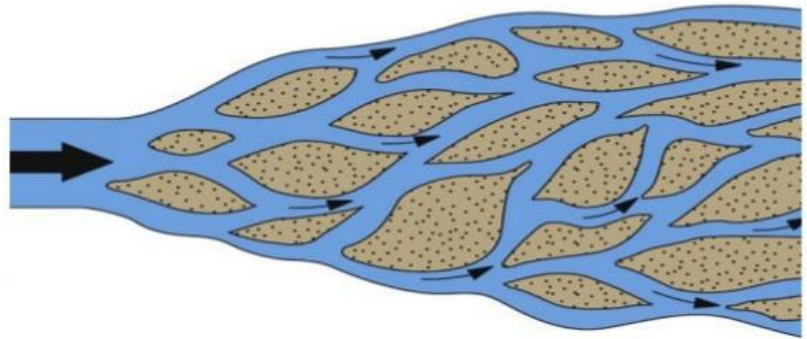
Humid regions



Río entrelazado Braided river



Causes of Braiding



El patrón de flujo entrelazado se presenta cuando el caudal de la corriente no es suficiente para transportar la carga de sedimento disponible. Esta condición se produce cuando hay altas tasas de erosión (alto gradiente, cercanía a la fuente, canales con bordes no cohesivos), tamaño de grano gruesos y caudal bajo o variable.

The braided pattern occurs when the flow rate of the stream is not sufficient to carry the available sediment load. This condition occurs when there are high rates of erosion (high gradient, close to the source, channels with non-cohesive edges), coarse grain size, and low or variable flow.

Abanicos aluviales

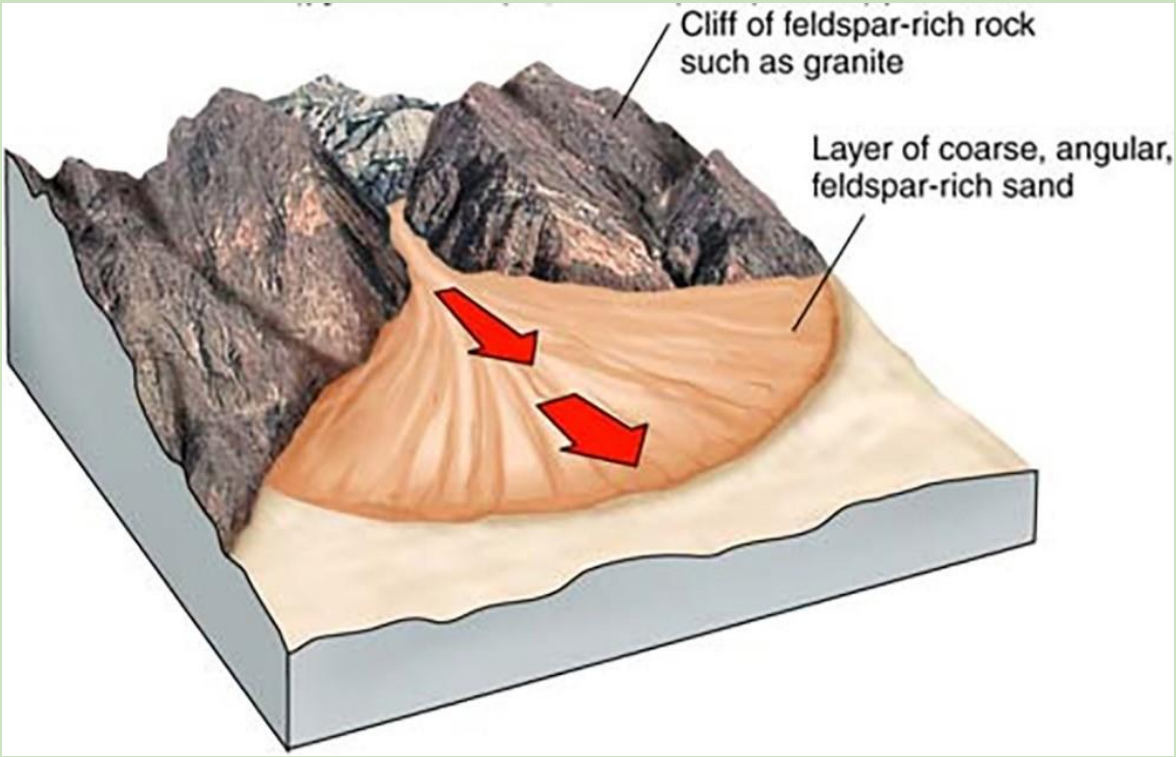
Si la grava permanece en su lugar durante mucho tiempo, se somete a la intemperie química. Como consecuencia, las guijas y los guijarros se separan en granos minerales individuales, y finalmente producen una mezcla de cuarzo, feldespato y arcilla.

La arcilla es tan fina que el agua que fluye la recoge fácilmente y la transporta corriente abajo, dejando arena que contiene una mezcla de cuarzo y algo de feldespato (ortoclasa o plagioclasa según la configuración tectónica). Si los granos de cuarzo y feldespatos son enterrados y litificados, se vuelven arcosas.

Alluvial fans

If the gravel stays put for a long time, it undergoes chemical weathering. As a consequence, cobbles and pebbles break apart into individual mineral grains, eventually producing a mixture of quartz, feldspar, and clay. Clay is so fine that flowing water easily picks it up and carries it downstream, leaving sand containing a mixture of quartz and some feldspar (orthoclase or plagioclase depending on tectonic setting). grains, if buried and lithified, becomes arkose.

Pink rose arkoses also form in arid climate and close to a granitic source.



Mares siliciclásticos someros

Los sedimentos y rocas siliciclásticos de aguas marinas someras son producto de los ambientes deposicionales situados en la zona de transición entre la tierra y el mar y su respuesta a una variedad de mecanismos de forzamiento.

La evolución geomórfica de tales ambientes de depositación (incluyendo deltas, estuarios, lagunas, franjas de arena -strand plains- y llanuras de marea) está controlada por la importancia relativa de varios factores principales entre los que están: el régimen de procesos físicos, la dinámica interna del sistema de deposición costera y de plataforma, el nivel relativo del mar, el flujo de sedimentos, el entorno tectónico y el clima.

Los principales procesos físicos que operan en estos entornos son los flujos derivados de ríos, las olas, la costa y las corrientes de marea. La energía de flujo en tales entornos es generalmente mayor. Esto da lugar a un complejo patrón de transporte y deposición de sedimentos gruesos (limo, arena y ocasionalmente conglomerados).

Shallow siliciclastic seas

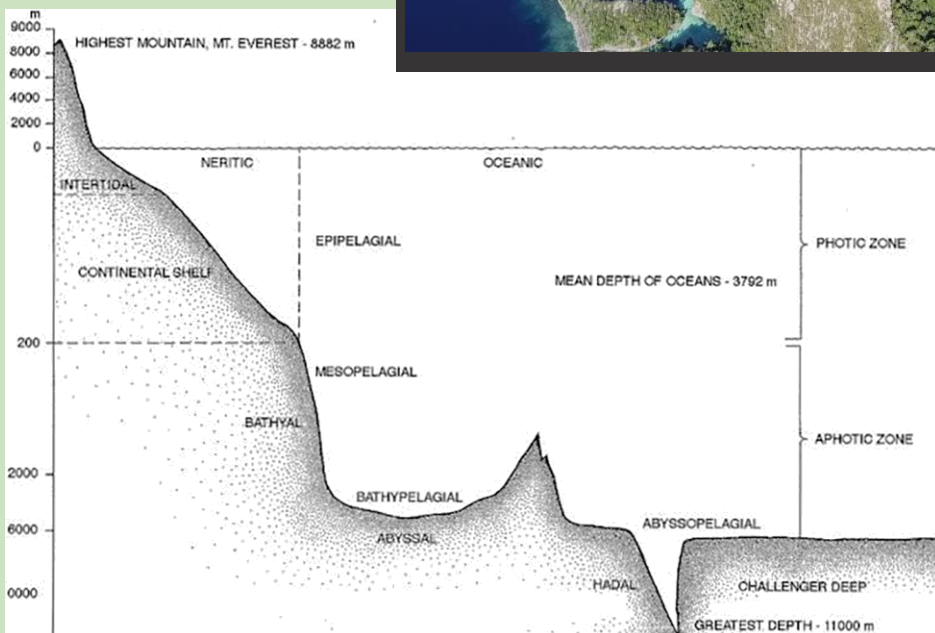
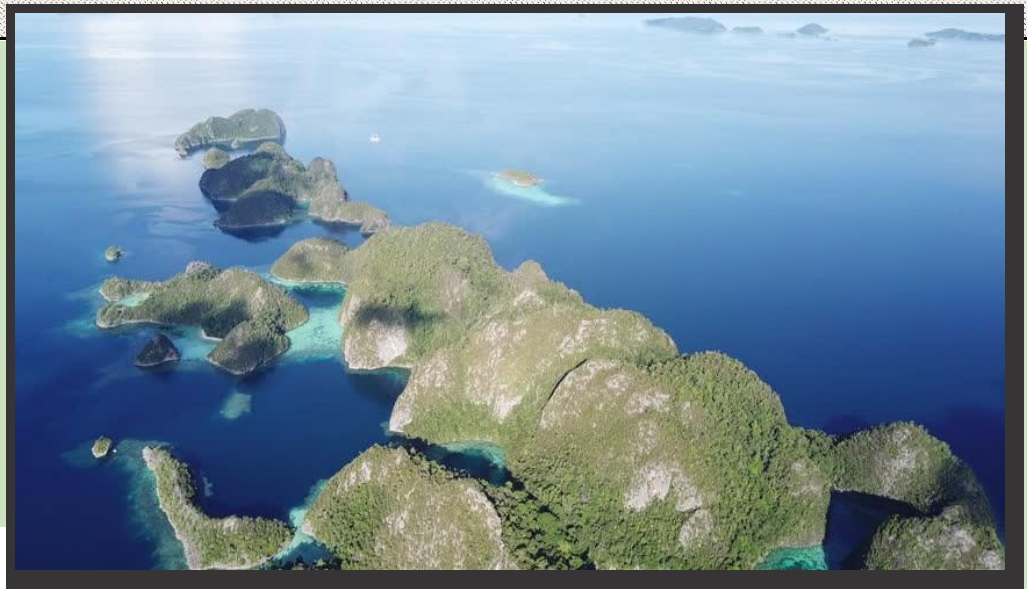
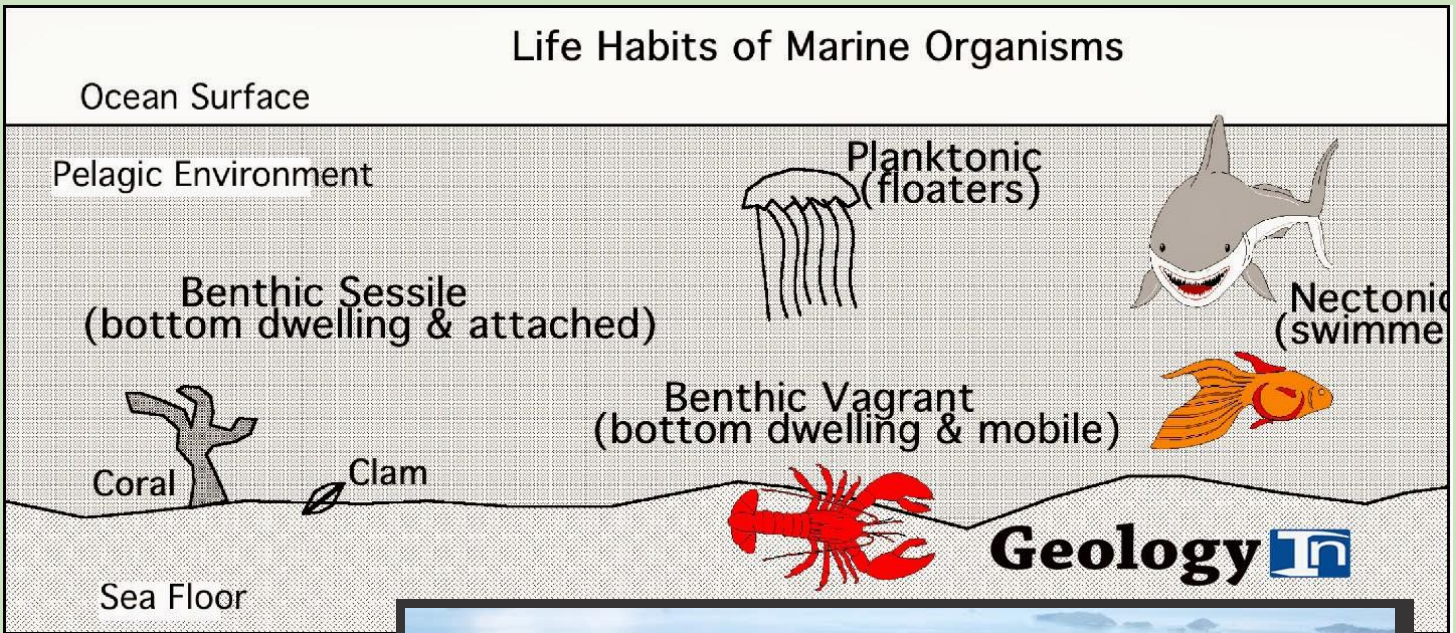
Siliciclastic shallow-marine sediments and rocks are product of the depositional environments located between land and sea and their response to a variety of forcing mechanisms.

The geomorphic evolution of such depositional environments (including deltas, estuaries, lagoons, strand plains and tidal flats) is controlled by the relative importance of several main factors, which includes; physical process regime, the internal dynamics of coastal and shelf depositional system, relative sea-level, sediment flux, tectonic setting and climate.

The main physical processes operating in these settings are river-derived flows, waves, shoreline and tidal-currents. The flow energy in such environments are generally higher. This resulted in a complex pattern of transportation and deposition of coarse sediments (silt, sand and occasionally conglomerates).

Mares someros Shallows seas

Life Habits of Marine Organisms



Características de la sedimentación de aguas marinas someras

- El ambiente de deposición de aguas marinas someras es aquel que existe entre la influencia terrestre sobre los procesos marinos y la influencia marítima sobre los procesos continentales, principalmente fluviales (fluviales), definiendo la llamada zona transicional.
- Los principales procesos físicos que operan en entornos marinos poco profundos son las olas y las tormentas, corrientes de marea y los flujos derivados de los ríos. Las areniscas marinas poco profundas se pueden caracterizar por sus rasgos distintivos que son indicadores confiables del ambiente marino poco profundo.

Estos son:

- a. extensas capas y crestas de arena con estratificación cruzada depositadas por fuertes corrientes, estratificación cruzada tipo hummocky y swaley: estructuras sedimentarias distintivas que se cree son exclusivas de arenas depositadas por tormentas.
- b. organismos específicamente bentónicos que solo abundan en entornos de plataforma o fósiles traza (conjunto fósil de trazas marinas poco profundas).
- c. litología y textura: principalmente arena y barro con algo de grava y de moderada a bien clasificada.

Characteristics of deposition in shallow marine seas

- The shallow-marine and coastal realm is the depositional system that exist between the landward influence of the marine processes and the seaward influence of continental, mainly fluvial (river) processes.
- The main physical processes operating in shallow-marine setting are waves and storms, tidal currents and river-derived flows. Shallow-marine sandstones can be characterized by their distinct features which are reliable indicators of shallow-marine environment:

Physical processes are generally distinctive:

- a. extensive sheets and ridges of cross bedded sand deposited by strong currents, hummocky and swaley cross-stratification: distinctive sedimentary structures that are believed to be unique to storm-deposited sands.
- b. organisms: specifically benthic organisms that are only abundant in shelf environments or as trace fossils (distinct shallow-marine trace fossil assemblage).
- c. lithology and texture: mainly sand and mud with some gravel and moderately to well-sorted.

From: Numair Ahmed Siddiqui, Abdul Hadi A. Rahman, Chow Weng Sum, Wan Ismail Wan Yusoff and Mohammad Suhaili bin Ismail, 2017. Shallow-marine Sandstone Reservoirs, Depositional Environments, Stratigraphic Characteristics and Facies Model: A Review. Journal of Applied Sciences, 17: 212-237.

Procesos y morfología costera

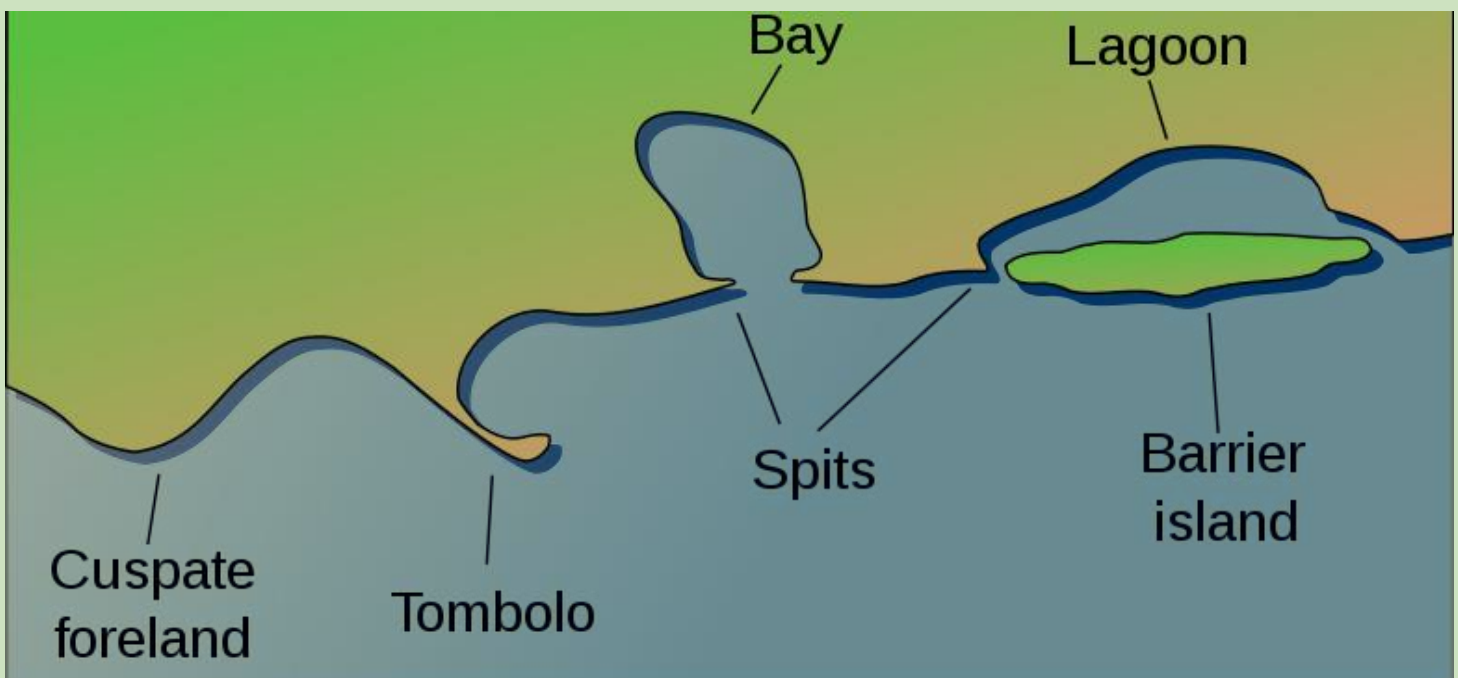
La geomorfología general de los ambientes de depósito costeros clásticos se ve afectada por la importancia relativa de las corrientes, olas y mareas costeras largas en el control de la cantidad, naturaleza, distribución y transporte de sedimentos a lo largo de la costa.

El importante transporte de sedimentos a lo largo de la costa que produce características sedimentarias paralelas a la costa es generado por grandes olas de oleaje, como astillas, barreras, barras de arena e islas de barrera.

Processes and coastal morphology

The gross geomorphology of clastic coastal depositional environments is affected by the relative importance of long shore currents, waves and tides in controlling the amount, nature, distribution and transportation of sediment along the coast.

The significant alongshore sediment transport that produces coast parallel sedimentary features is by large swell waves generate, such as spits, barriers, sand bars and barrier islands.



Rasgos de marea

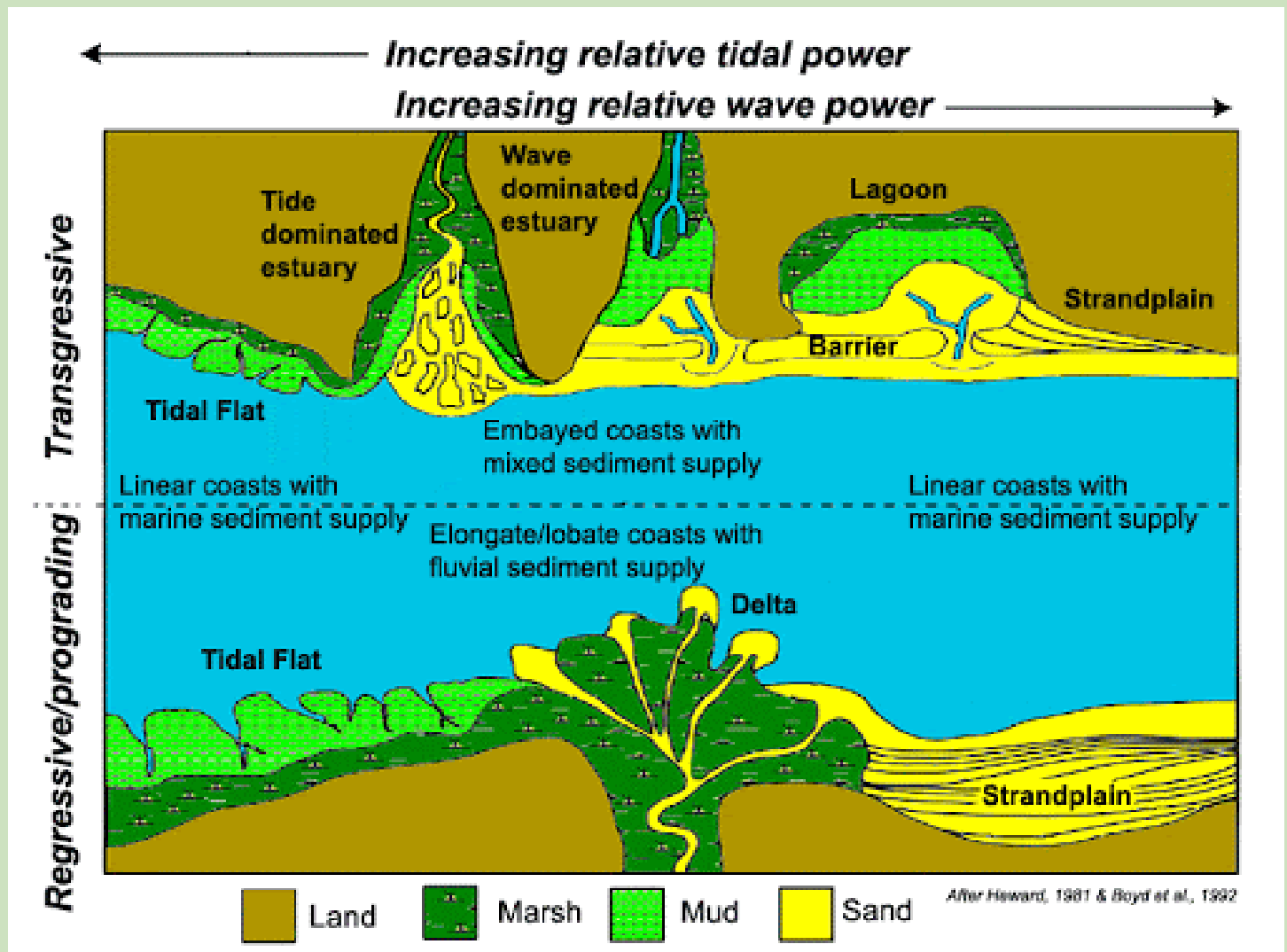
- Los grandes rangos de marea (> 4 m) y las fuertes corrientes de marea generalmente producen características sedimentarias normales a la costa, que incluyen: bancos de arena de marea alargados, estuarios de boca ancha, canales de distribución deltaicos en forma de embudo (en vista de planta) y amplios planos intermareales (Fig. 1)
- Estos entornos de arenisca marina poco profunda se pueden caracterizar por sus facies distintas. Basándose en conjuntos distintos de estructuras sedimentarias físicas y biogénicas, se puede reconocer la secuencia vertical de facies, cada entorno de depósito.

Tidal features

- Large tidal ranges (> 4 m) and strong tidal currents generally produce coast normal sedimentary features, including: Elongate tidal sand banks, wide-mouthed estuaries, funnel-shaped (in plain view) deltaic distributary channels and broad intertidal flats (Fig. 1).
- These shallow-marine sandstone environments can be characterized by their distinct facies. Based on distinct assemblages of physical and biogenic sedimentary structures, the vertical sequence of facies, each depositional environment can be recognized.

The individual facies are of little interpretative value. However, when used in combination as facies models, facies successions highlight lateral and vertical variations between different sedimentary environments. A facies model represents a general summary of a given depositional system which represents a generalization of the physical attributes for a certain type of depositional environment

Morfología costera en función del dominio mareal o de oleaje
 Coastal morphology depending on the importance of tides or waves power



Marco tectónico de la región Pacífico Central

Tectonic setting of Central Pacific Region



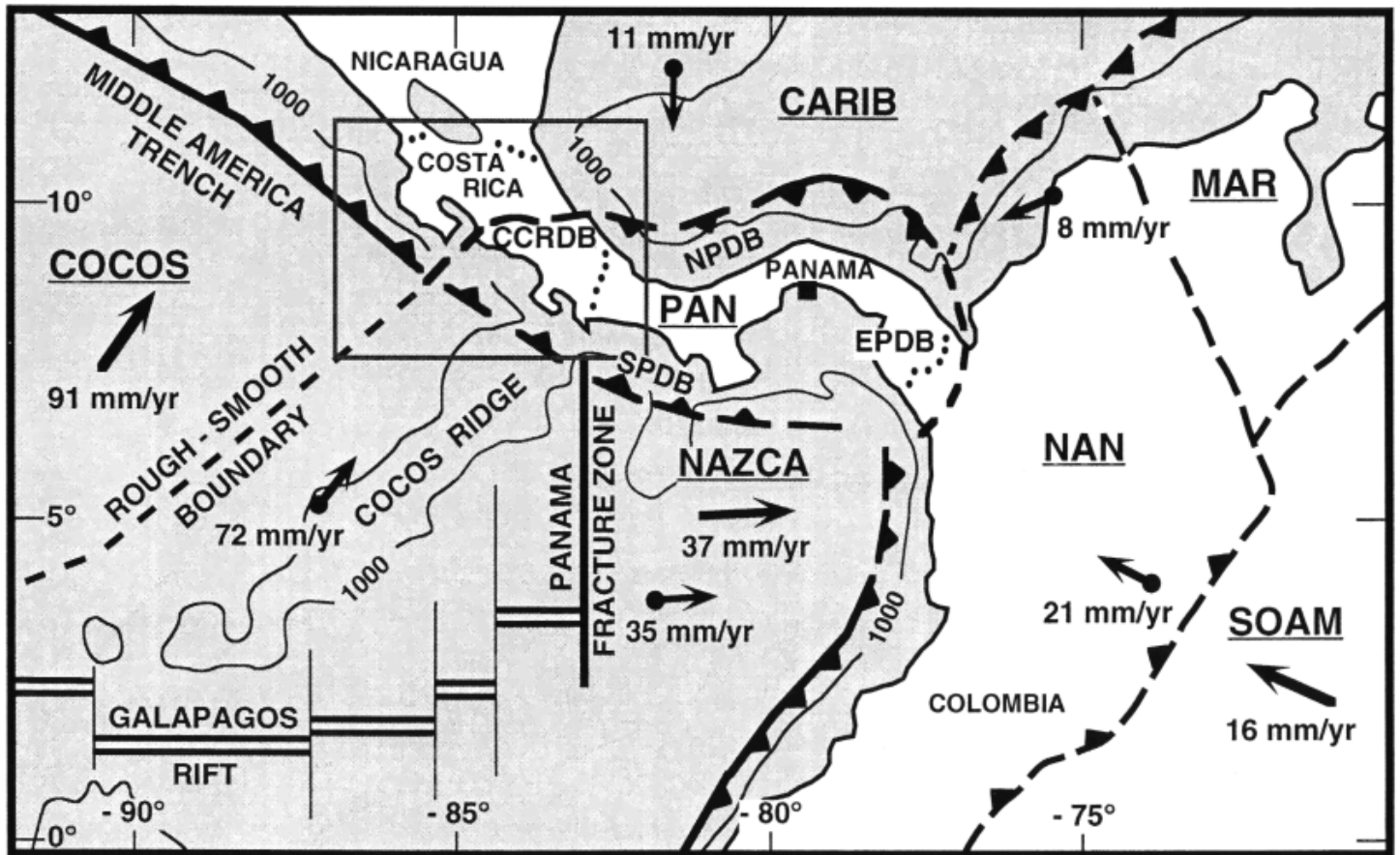
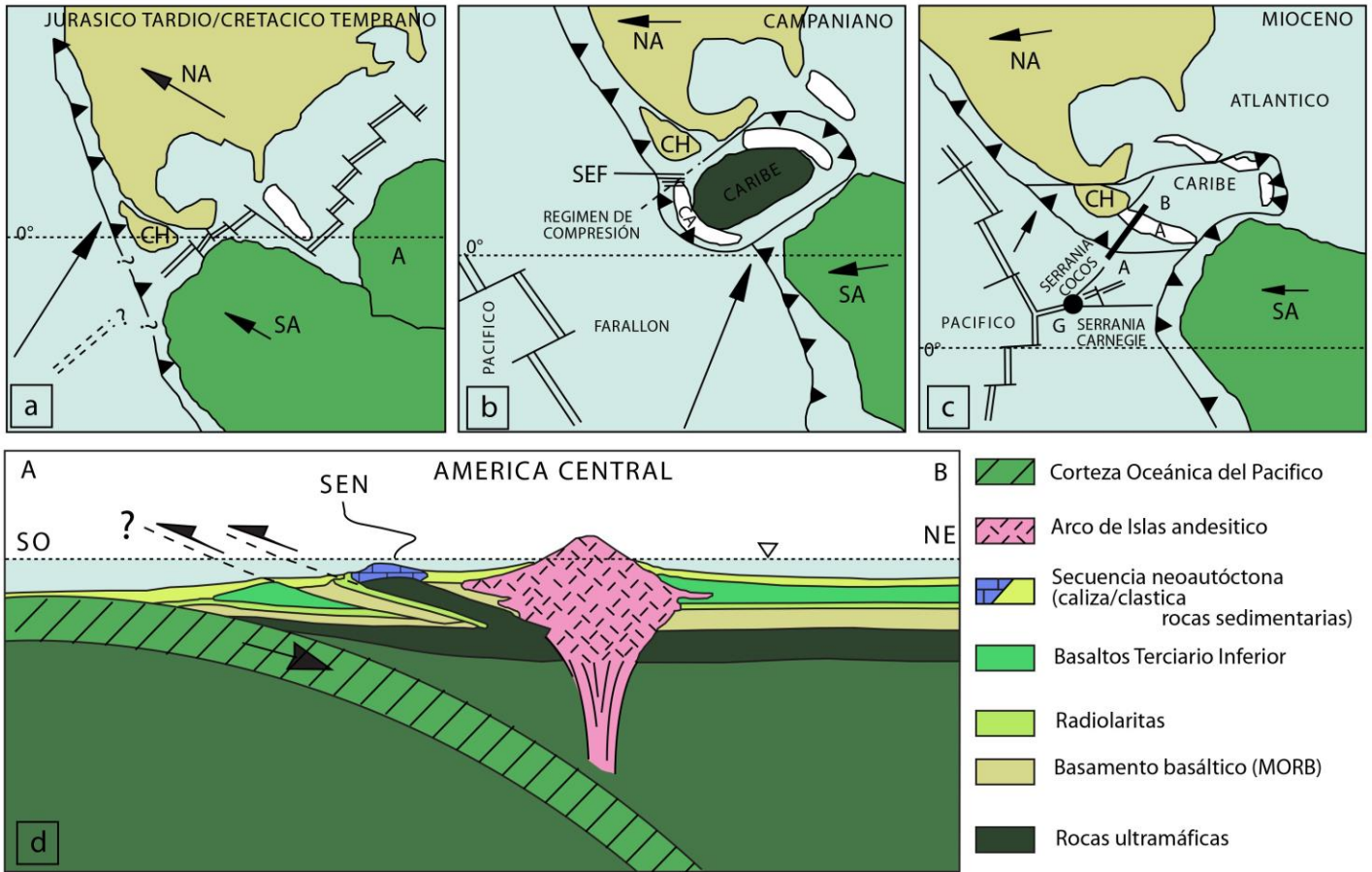


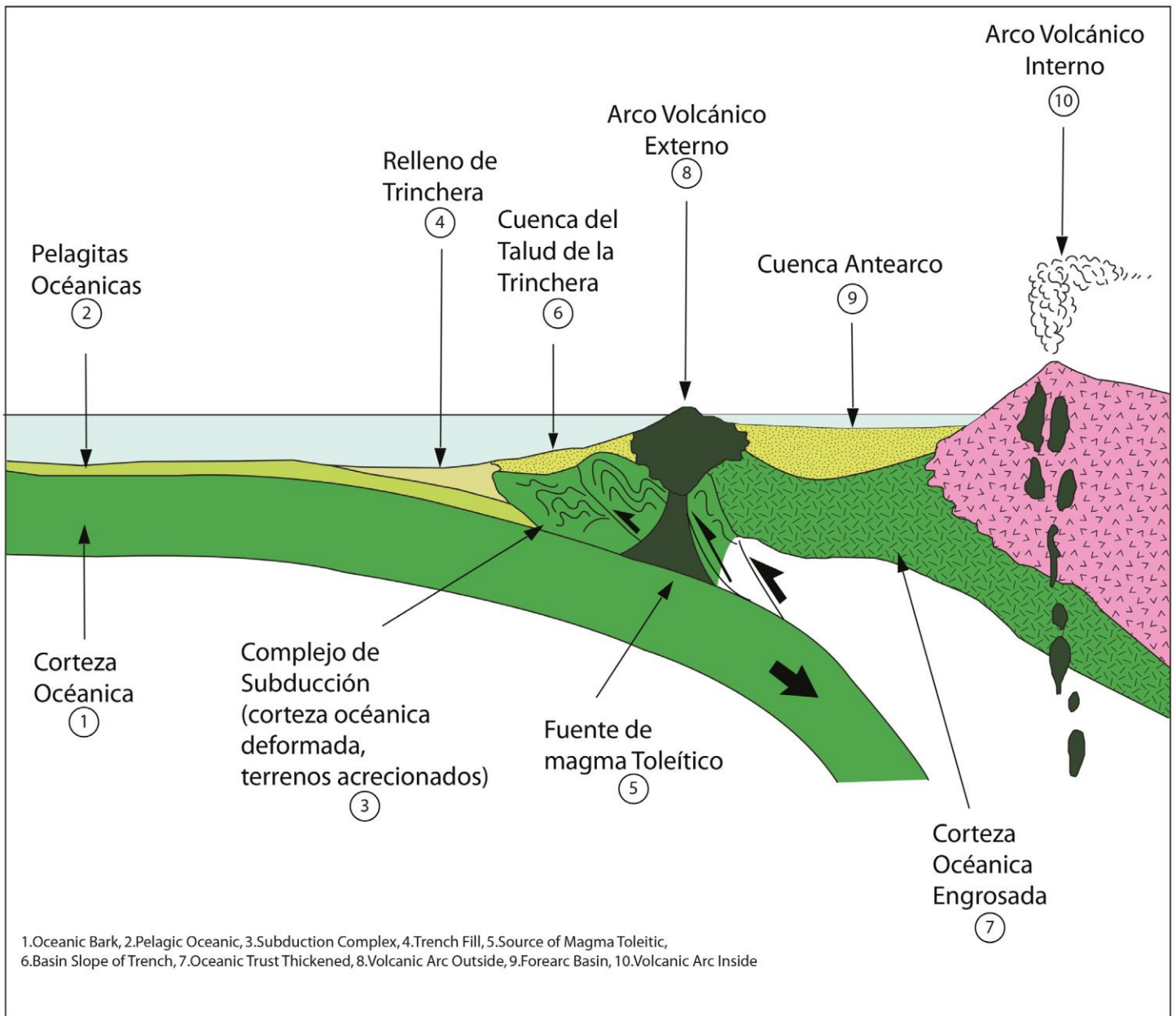
Figura 1. Entorno tectónico del sur de Centroamérica que muestra los principales elementos tectónicos regionales: placas de Coco, Caribe y Nazca fosa de América Central, límite rugoso-liso, cresta de Cocos, zona de fractura de Panamá; Rift de Galápagos, Escarpa de Hess, Zona Deformada de Costa Rica Media y Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

Figure 1. Tectonic setting of Southern Central America showing major regional tectonic elements: Cocos, Caribbean and Nazca Plates, Middle American Trench, Rough-Smooth Boundary, Cocos Ridge, Panama Fracture Zone; Galapagos Rift, Hess Escarpment, Middle Costa Rica Deformed Zone and Northern Panama Deformed Belt.

Formación del arco insular de América Central del Sur

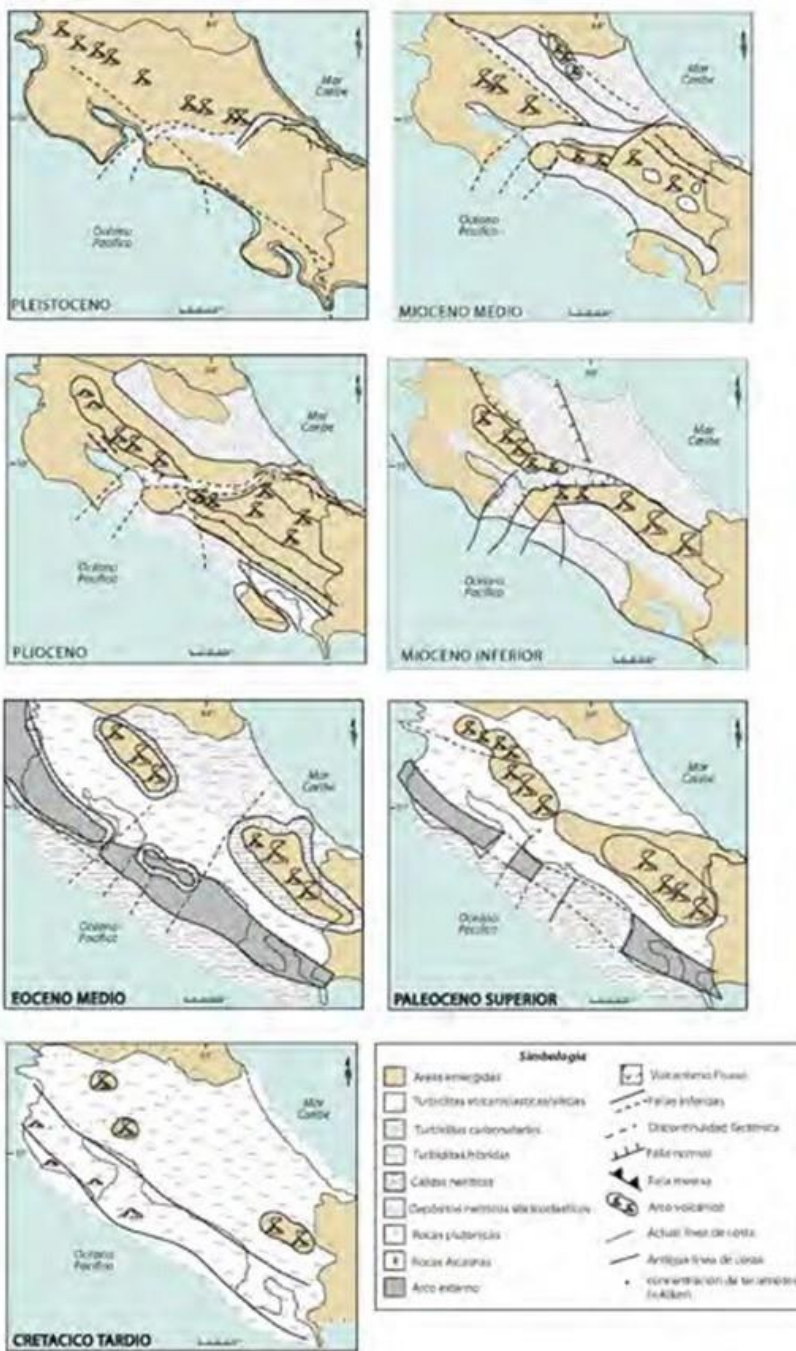
Formation of the South Middle American Island Arc





1 .Oceanic Bark, 2.Pelagic Oceanic, 3.Subduction Complex,4.Trench Fill,5.Source of Magma Toleitic, 6.Basin Slope ofTrench, 7.Oceanic Trust Thiekened, 8.Volcanie Are Outside, 9.Foreare Basin, 10.Volcanie Are Inside

Evolución del territorio de Costa Rica desde 65Ma hasta la actualidad Evolution of Costa Rica's territory from 65Myr to the Present



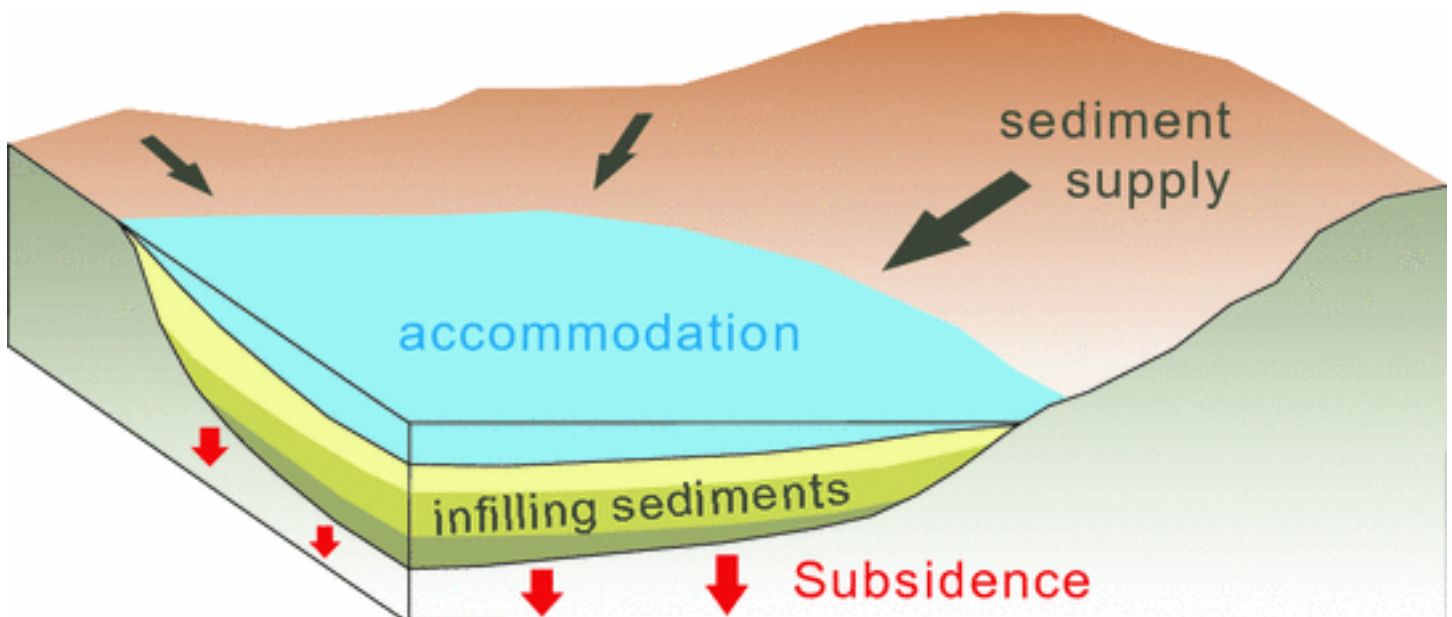
¿Qué es una cuenca sedimentaria? What is a sedimentary basin?

Una cuenca sedimentaria es una zona deprimida de la corteza terrestre donde se acumulan sedimentos.

El estudio de las cuencas sedimentarias ha sido muy importante porque si se depositan rocas ricas en materia orgánica, futuras generadoras de hidrocarburos al aumentar la profundidad y por ende la temperatura.

A sedimentary basin is a depression in the crust of the Earth formed by plate tectonic activity in which sediments accumulate.

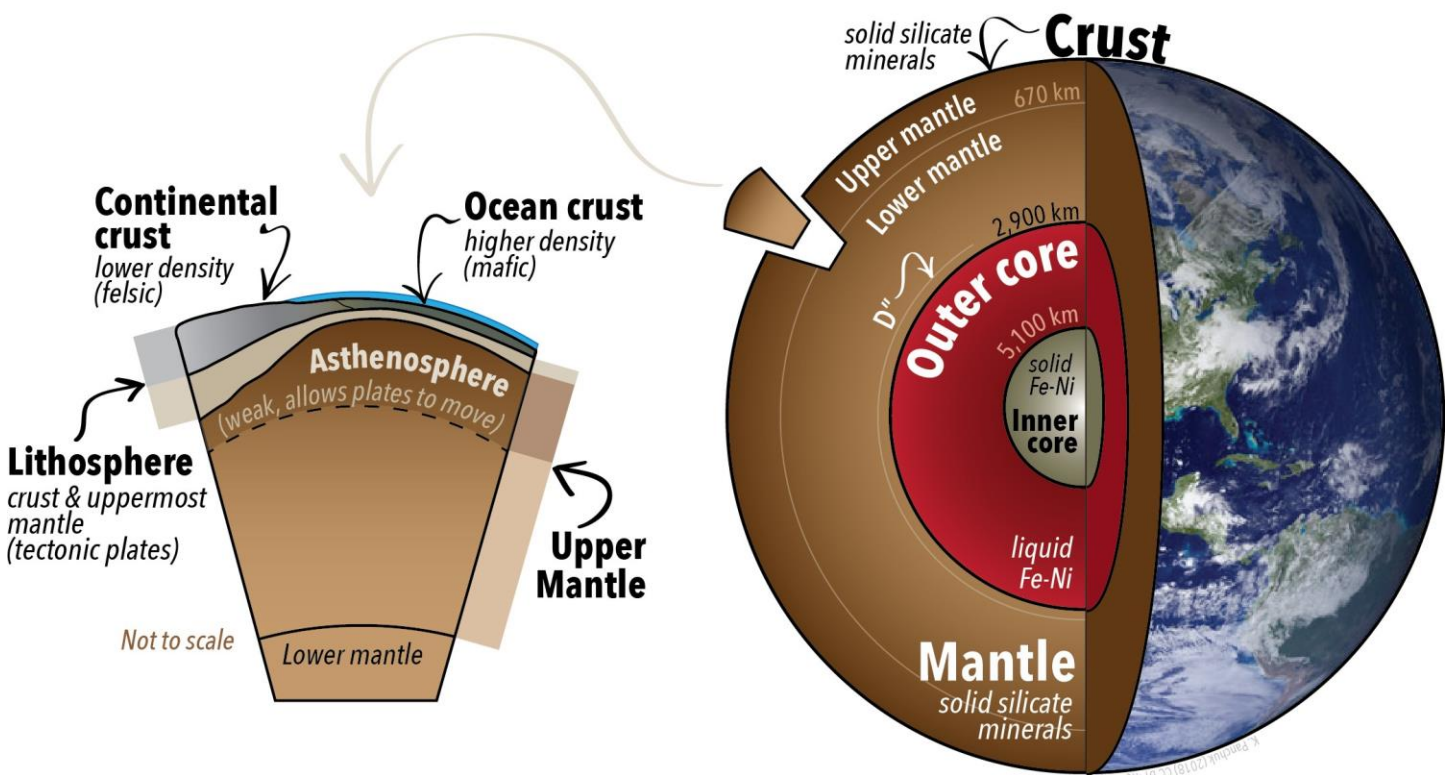
The study of sedimentary basins has been very important because if rich hydrocarbon source rocks occur in combination with appropriate depth and temperature, hydrocarbon generation can occur within the basin.

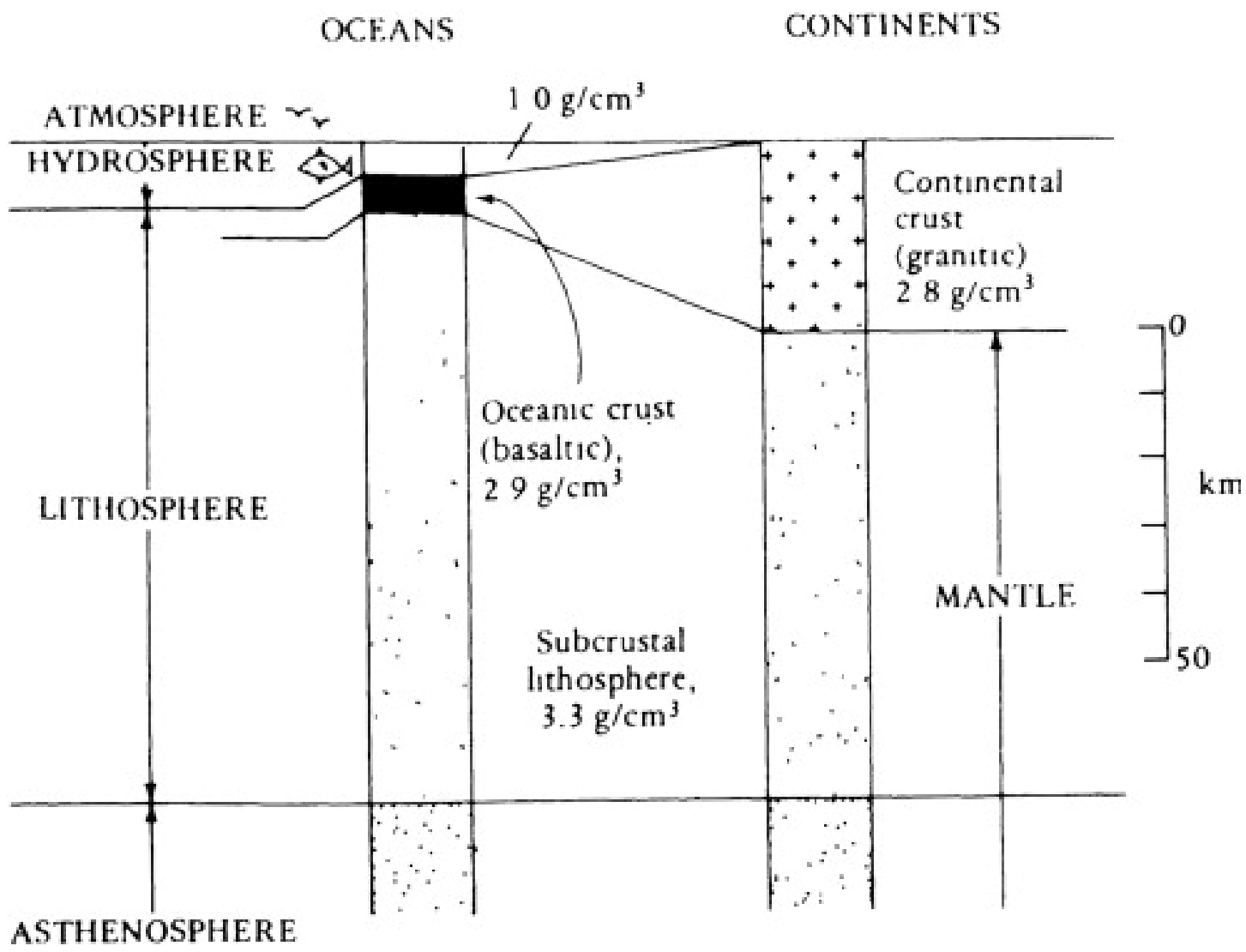


La corteza The crust

La corteza es delgada, densa y topográficamente baja en las cuencas oceánicas, pero gruesa, de menor densidad y, en consecuencia, de mayor elevación sobre los continentes.

The crust is thin, dense, and topographically low across the ocean basins, but thick, of lower density, and, consequently, of higher elevation over the continents.



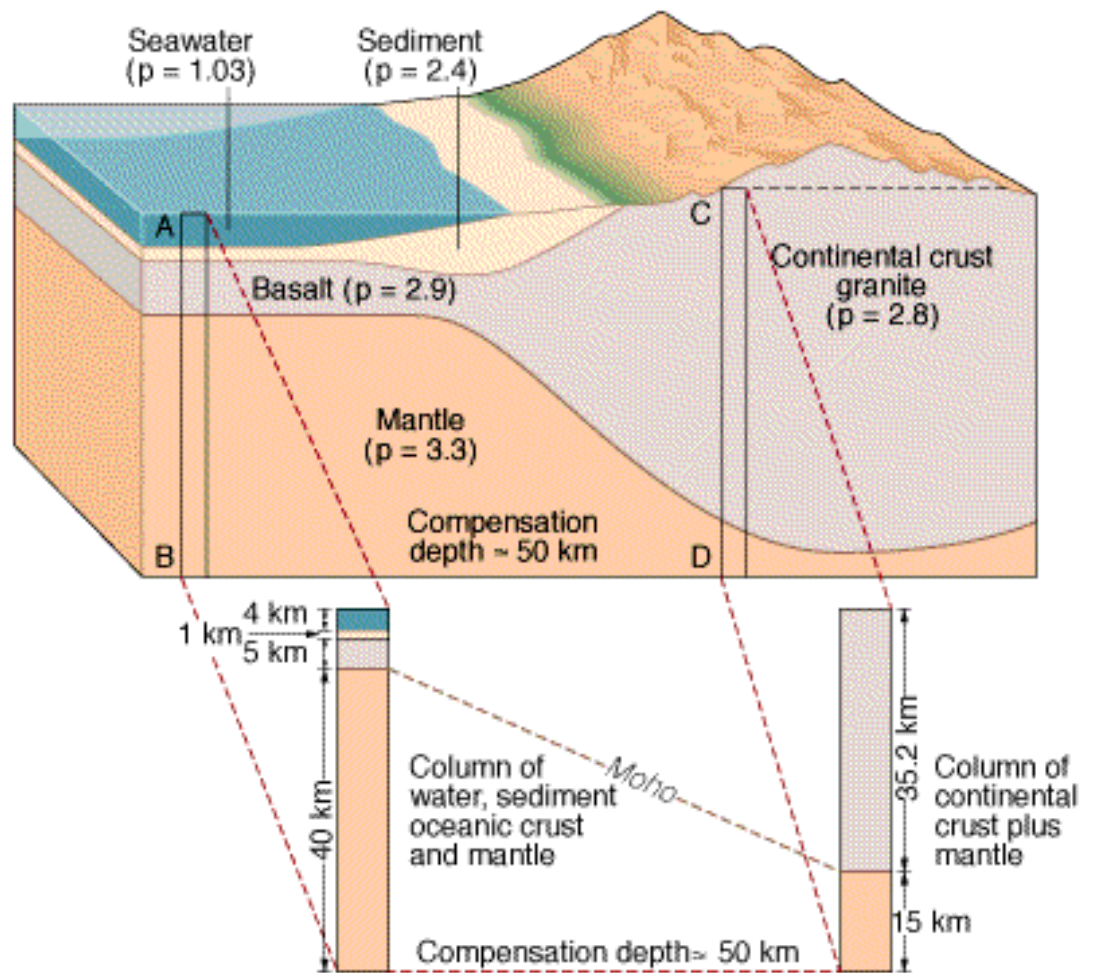
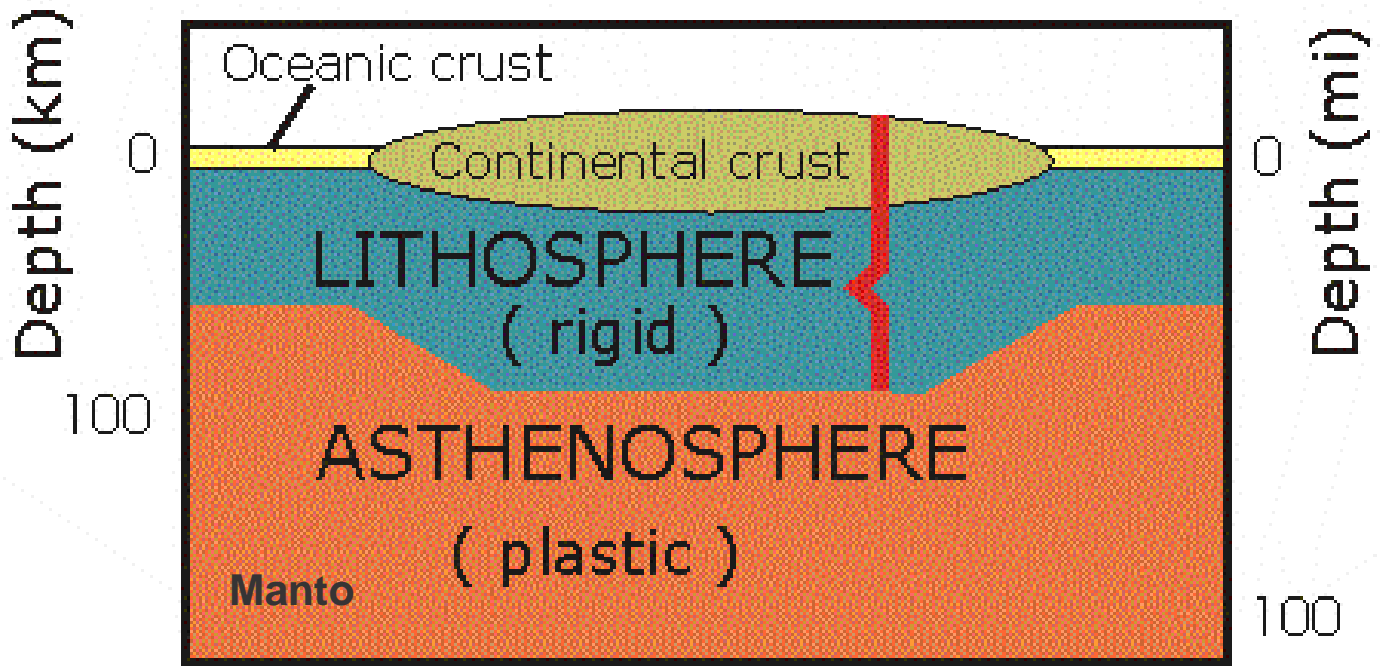


Corteza-litósfera-astenósfera

Crust-lithosphere-asthenosphere

Las cuencas sedimentarias son entidades tectónicas situadas en la corteza terrestre. La corteza es la parte superior de la litósfera. La litósfera consiste en la parte inferior del llamado manto rígido. La litósfera está segmentada en trozos conocidos como placas tectónicas que flotan y se mueven despacio sobre la más densa y viscosa astenósfera.

Sedimentary basins are tectonic entities located in the earth's crust. The crust is the upper part of the lithosphere. The rest of lithosphere consists of the lower part of the so-called rigid mantle. The lithosphere is made up of a series of rigid plates, which overlie and drift slowly over the denser and viscous, asthenosphere.



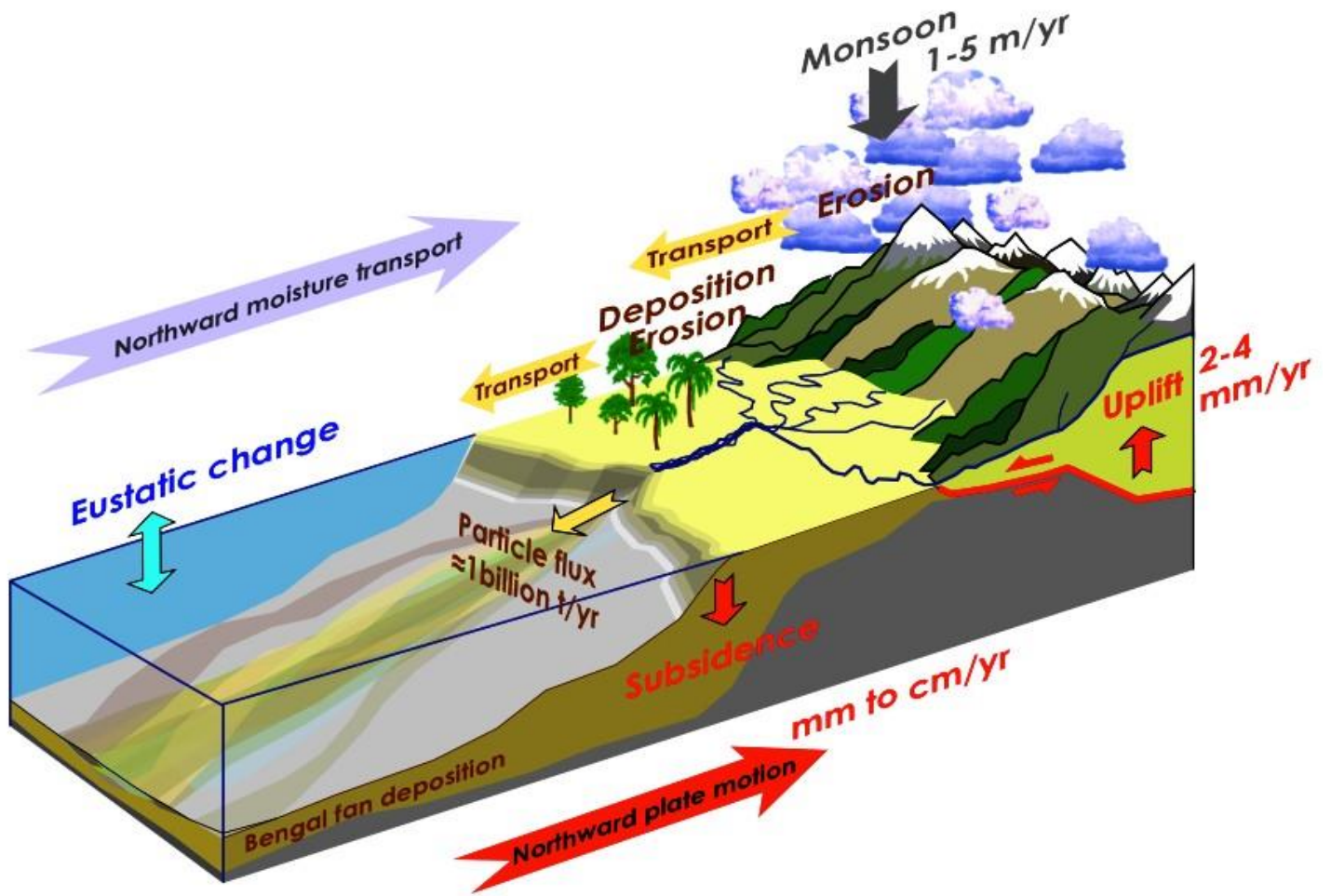
Mecanismos litosféricos formadores de cuencas sedimentarias

Lithospheric mechanisms of basin formation

- Para su formación se requiere un proceso de subsidencia (hundimiento) prolongada. Se pueden originar por diversos mecanismos como isostasia, flexura, cizalle, extensión o termal.
- Aunque todos estos mecanismos tienen un trasfondo tectónico, se dice que las cuencas controladas tectónicamente son aquellas originadas por fallamiento activo sea normal, inverso o de cizalle.
- Las cuencas sedimentarias se presentan con diversos contornos, circulares, romboidales o fosas elongadas según haya sido su mecanismo de origen.
- Basins are formed by continued deposition that can cause further depression or subsidence initiated by isostasy, flexure, shear, extension or thermal.
- Although all these mechanisms have a tectonic background, it is said that the tectonically controlled basins are those caused by active failure whether normal, inverse or shear.
- The sedimentary basins may have different types of contours circular, rhomboidal or elongated pits according to their mechanism of origin.

Dinámica de una cuenca sedimentaria

Dynamics of a sedimentary basin



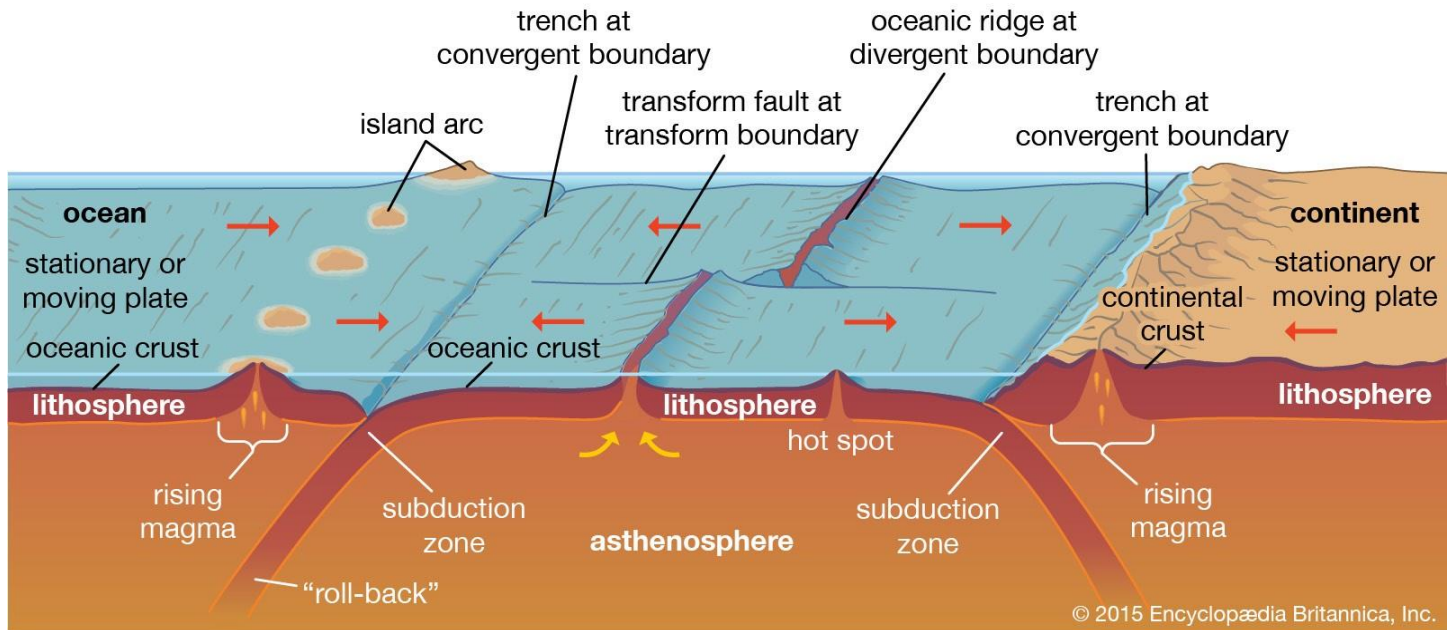
Las cuencas sedimentarias y la tectónica de placas

Sedimentary basins and plate tectonics

- El conocimiento de la tectónica de placas es de fundamental importancia para comprender las cuencas sedimentarias.
- El concepto básico de la tectónica de placas se puede enunciar de la siguiente manera. Los océanos son jóvenes (generalmente carecen de rocas de más de 200 millones de años), mientras que los continentes son generalmente mucho más antiguos. Los océanos están cubiertos de rocas volcánicas basálticas con una capa de sedimentos pelágicos, mientras que los continentes están hechos de rocas graníticas siálicas. Los océanos están cortados por grietas volcánicas sísmicamente activas, denominadas cordilleras mediooceánicas. Las reversiones paleomagnéticas y la datación por edades muestran que las rocas envejecen progresivamente lejos de las crestas y hacia los márgenes continentales. Esa nueva corteza oceánica, en gran parte formada por rocas de rocas máficas, se forma donde se producen tensiones y afloramientos a lo largo de estas zonas de expansión del fondo marino. Las dorsales oceánicas se pueden rastrear hacia la tierra en grietas llenas de sedimentos dentro de la corteza granítica continental, por ejemplo, la cordillera del Mar Rojo y la falla de África Oriental. Simultáneamente, en el otro extremo del ciclo tectónico, la corteza oceánica desciende hacia la astenosfera en forma complementaria características lineales conocidas como zonas de subducción. Estas zonas se expresan como arcos de islas volcánicas en reinos oceánicos (por ejemplo, Antillas Menores; América Central) o dentro o adyacentes a masas continentales como arcos volcánicos continentales (por ejemplo, los Andes).
- Se reconocen tres tipos de límites de placa: final, subductivo y transcurrente. Los límites posteriores o de ruptura ocurren donde se forman nuevas costras y las placas divergen. Los límites subductivos ocurren donde las placas convergen. Algunos límites de placas son transcurrentes cuando dos placas se mueven una sobre la otra. Los límites de las placas transcurrentes están marcados por extensas fallas transformantes acompañadas de cuencas profundas y cinturones de empuje de extensión local pero de gran complejidad.
- Knowledge of plate tectonics is of fundamental importance in understanding sedimentary basins.
- The basic concept of plate tectonics can be stated as follows. Oceans are young (generally lacking rocks older than 200 million years), whereas continents are generally far older. Oceans are floored with basaltic volcanic rocks with a veneer of pelagic sediments meanwhile continents are made of sialic granitic rocks. The oceans are cut by seismically active volcanic rifts, termed midocean ridges. Paleomagnetic reversals and age dating show that rocks become progressively older away from the ridges and toward the continental margins. That new oceanic crust, largely consists of rocks of mafic rocks, forms where tension and upwelling occur along these zones of sea floor spreading. The midocean ridges can be traced landward into sediment-infilled rifts within continental granitic crust for example the Ridge of Red Sea and the East African Rift. Simultaneously, in the other end of

the tectonic cycle, oceanic crust is drawn down into the asthenosphere at complementary linear features known as zones of subduction. These zones are expressed as volcanic island arcs in oceanic realms (for example Lesser Antilles; Middle America) or within or adjacent to continental masses as continental volcanic arcs (for example the Andes).

- Three types of plate boundaries are recognized: trailing, subductive, and transcurrent. Trailing, or rift, boundaries occur where new crust forms and plates diverge. Subductive boundaries occur where plates converge. Some plate boundaries are transcurrent where two plates move past each other. Transcurrent plate boundaries are marked by extensive transform faulting accompanied by deep basins and thrust belts of local extent but great complexity.



(Modified from Sedimentary Basins and Petroleum Systems. Selley, R.C. & Sonnenberg, S.A., 2015 Elements of Petroleum Geology. III Ed.)

<https://www.britannica.com/science/subduction-zone>

- Un importante tipo de cuencas, las cuencas de rift, se forman como resultado directo de tensión cortical. One major group of basins, the rift basins, forms as a direct result of crustal tension, surgen a partir de rifts continentales y progresan hasta abrir un océano con una dorsal mesoocénica en el centro.
- Otro tipo originado por aplicación de esfuerzos, esta vez compresivos, se producen en los límites convergentes entre placas. Sea entre placas oceánicas, oceánica y continental y continental-continental.
- Los esfuerzos cortantes también pueden formar cuencas transtensionales vinculadas a fallas transformantes o transcurrentes.
- Otro tipo de cuencas pueden desarrollarse a través de movimientos corticales verticales por ajustes isostáticos debido a cambios de densidad ocurridos en los materiales de la corteza o las temperaturas en la litosfera.
- Un grupo importante de cuencas, las cuencas de rift, se forma como resultado directo de la tensión de la corteza en las zonas de expansión del lecho marino. Un segundo grupo importante de cuencas se produce como resultado de la compresión de la corteza en los límites de las placas convergentes. Un tercer tipo de cuenca puede formarse en respuesta no a las fuerzas laterales sino a los movimientos verticales de la corteza. Por razones que no se comprenden completamente, los cambios de fase pueden tener lugar debajo de la litosfera.
- Estos cambios pueden tomar la forma de enfriamiento localizado y, por lo tanto, de contracción, lo que da como resultado un hueco superficial, que se llena de sedimentos. Por el contrario, la litosfera puede calentarse y expandirse localmente, provocando un arqueamiento de la corteza. Entonces se producirá la erosión de esta zona. A veces, esta cúpula de la corteza es un precursor de la ruptura y la deriva. Alternativamente, el subsiguiente enfriamiento y hundimiento dan como resultado la formación de un hueco intracratónico, que puede llenarse de sedimento.

- One important type of basin, rift basins, is formed as a direct result of cortical stress. One major group of basins, the rift basins, forms as a direct result of crustal tension, arise from continental rifts and progress to open an ocean with a mid-ocean ridge in the center.
- Another type caused by the application of forces, this time compressive, occurs at the convergent limits between plates. Be between oceanic, oceanic and continental and continental-continental plates.
- Shear stresses can also form transtensional basins linked to transforming or transient faults.
- Other types of basins can develop through vertical cortical movements due to isostatic adjustments due to changes in density that occur in the materials of the crust or temperatures in the lithosphere.
- One major group of basins, the rift basins, forms as a direct result of crustal tension at the zones of sea floor spreading. A second major group of basins occurs as a result of crustal compression at convergent plate boundaries. A third type of basin can form in response not to lateral forces but to vertical crustal movements. For reasons not fully understood, phase changes can take place beneath the lithosphere.
- These changes may take the form of localized cooling, and therefore contraction, resulting in a superficial hollow, which becomes infilled by sediment. Conversely, the lithosphere may locally heat up and expand, causing an arching of the crust. Erosion of this zone will then occur. Sometimes this crustal doming is a precursor to rifting and drifting. Alternatively, subsequent cooling and subsidence result in the formation of an intracratonic hollow, which may be infilled with sediment.

Cuadro sinóptico estratigráfico del Pacífico Central

Stratigraphic synoptic table of the Central Pacific

Thickness (m)	Standard stratigraphy	M.a.	Rock units and markers	Column	
100	Continental Vulcaniclastics		l L		
200	Mata de Limón Fm.	5.5	k		
300		10.5	j		
400	Punta Judas Formation		J		
500		Roca Carballo Member	12.5		i
600			15.5		H
700		16.5	g		
800	Caletas Member		G		
900		21.0	f		
1000			F		
1100	Cañablancal Limestones	25.5	e		
		30.0	d		
Basement					
Basement					

Historia sedimentaria de la parte norte de la región bordera pacífico central (cuena sedimentaria Nicoya-Tárcoles)

Fm Punta Carballo

Mb. Superior Mata de Limón.	Estratotipo: entre Puerto Caldera-Punta Corralillo. En los alrededores del estero de Mata De Limón hasta el río Tárcoles y en los acantilados entre Playa Icacó y Tivives.	Consiste de brechas y areniscas verdes y arcillolitas moradas con intercalaciones de conglomerados.	El contacto es neto y progradante sobre Roca Carballo (acantilado de Playa Icacó al norte de playa Tivives (corte A): <ul style="list-style-type: none"> A la base depósitos de bahía interna bioturbados por Thallasinoides sp intercalados con canales guijarrosos, hacia arriba depósitos más gruesos con influencia mareal. Continúa la serie con un paleosuelo tobáceo de color blancuzco con un bosque fósil (base del Mb). Sobreyacidos por sedimentos fluviales de río entrelazado (Kuypers, 1979b). 		Sobreyace al Mb Roca Carballo cf. Fischer, 1981b.	Mioceno Superior y Medio (cf. Fischer, 1981b).
Mb. Medio Roca Carballo.	A lo largo de la costa al norte del estero Mata de Limón, en la punta Roca Carballo entre Tárcoles y Bahía Herradura.		Cf. Fischer (1981) es parte de una secuencia regresiva de marino a fluvial-terrestre (Mb Mata de Limón). Kuypers (1979) se depositó bajo la influencia de mareas.		Subyacido por el Mb Mata de Limón cf. Madrigal, 1970; Kuypers, 1979 b; Fischer, 1981 b.	Mioceno Medio (Kuypers, 1979 y Soto, 1985).
Mb. Inferior Caletas 40m/e.	Stratotipo: playa Caletas Cortes G y H.	Unidad de Lutitas y Areniscas.		Leandro, 1985. Cervantes, 1985. Soto, 1985.	No-conforme sobre basaltos de CN s.l. Discordante angular sobre calizas de Eoceno.	Mioceno inferior con forams planctónicos y Miogypsina sp.

Sedimentary history of the northern part of the Central Pacific border Region (the Nicoya-Tárcoles basin)

Fm Punta Carballo

Mb. Superior Mata de Limón.	Stratotype: between Puerto Caldera-Punta Corralillo. Around the Mata De Limón estuary to the Tárcoles River and on the cliffs between Playa Icaco and Tivives.	Consists of breccias and green sandstones and purple claystones with intercalations of conglomerates.	The contact is clear and prograde on Roca Carballo (Icaco beach cliff north of Tivives beach (cut A): <ul style="list-style-type: none"> At the base internal bay deposits bioturbed by Thallasinoides sp interspersed with pebble channels, upwards thicker deposits with tidal influence. The series continues with a whitish tobaceous paleosol with a fossil forest (base of Mb). Overlaid by interlocking river fluvial sediments (Kuypers, 1979b). 		Second lock to Mb Roca Carballo cf. Fischer, 1981b.	Upper and Middle Miocene (cf. Fischer, 1981b).
Mb. Medium Roca Carballo.	Along the coast north of the Mata de Limón estuary, at the Roca Carballo point, between Tárcoles and Bahía Herradura.		Cf. Fischer (1981) es parte de una secuencia regresiva de marino a fluvial-terrestre (Mb Mata de Limón). Kuypers (1979) se depositó bajo la influencia de mareas.		Subyacido por el Mb Mata de Limón cf. Madrigal, 1970; Kuypers, 1979 b; Fischer, 1981 b.	Mioceno Medio (Kuypers, 1979 y Soto, 1985).
Mb. Inferior Caletas 40m/e.	Stratotype Caletas beach Sections G and H.	Shale and Sandstone Unit.		Leandro, 1985. Cervantes, 1985. Soto, 1985.	Non-compliant or basalts of CN s.l. Angular discordant on Eocene limestone.	Lower Miocene with planktonic forams and Miogypsina sp.

B

Facies del sector (Modificado de Laurito, 1988)

I.Sedimentos finos de estuario profundo y plataforma.	Acantilados entre Playa Coyol y Caletas.	Entre playa Caletas y Punta Sucia, entre Playa Limoncito y Pógeres, acantilado de Punta Leona (entre playa Mantas, Limoncito y Pógeres) y (entre Playa Manta y Limoncito).	Lateralmente se interdigita con los depósitos de estuario profundo.	
Facies de plataforma profunda Tipo I (G/H).	Al norte de playa Coyol y al sur de playa Caletas.	Arf-mf, gris claro, detrito vegetal, tempestitas (hacia el techo, 20-60 cm, gradación +, estructuras de carga y detrito bioclástico), laminación convoluta. Interestratificaciones de limo con gradación +.		Mb Caletas.
Facies de plataforma profunda Tipo II (D).	Entre la desembocadura del río Agujas y playa Limoncito. Entre Playa Pógeres y Agujas.	A la base detrito vegetal (ramas de madera carbonizadas y poca bioturbación). Por encima horizontes de AR mf, gris claro con abundante bioturbación por Thallasinoides sp. Y poco biodetrito. A su vez sobreyacidos por arenas (CU) y un canal de grava y gravilla con lumaquelas 20cmhXdm de longitud.	Hacia el N se interdigita con depósitos de bahía con aporte fluvial.	
Facies de depósitos limosos de estuario profundo (F).	A lo largo del acantilado de Pta Leona.	Series monótonas de areniscas finas y limos gris azulado, bancos métricos y macizos. Detrito biogénico a la base de los estratos.		
II Sedimentos de bahía interna.				
Facies de bahía interna Tipo I (A).	Acantilados de playa Icacó al norte de Tivives.	Bancos dm de ARm-f, gris claro con lentes gravosos gruesos andesíticos de canales fluviales. Las AR con Thalassinoides.	Depositados en zona transicional marino-terrestre.	
Facies de bahía interna Tipo II (B).		Alternancias ARm-f y ARg, gris claro. Lam paralela y cruzada y estructuras de erosión y relleno. Corrientes y oleaje. Concreciones carbonatadas esféricas (5-10cmdiam). Bioturbación poco abundante por Ophiomorpha nodosa.		

Facies del sector (Modificado de Laurito, 1988)

Facies de bahía interna Tipo III (C).		Bancos métricos gradantes FU de AR g-AR f . Lentes de gravilla y lumaquelas. Biodetrito de moluscos y espinas de erizos y Bioturbación por Thalassinoides.		
Facies de bahía interna Tipo IV (C).	Playa Pógeres.	Bancos métricos de ARf-m, gris azulado con lentes delgados de restos de conchillas con predominio de Atrina y otros moluscos. Ophiomorpha nodosa.		
	Desembocadura del río Barranca, al N de playa Doña Ana.	Prevalencia de Mytilus sp.		
Facies de bahía interna Tipo V (D).				
		Subfacies 1: lente de grava fina con detrito de moluscos y erizos de mar . Bioturbación moderada por Thalassinoides.	Lecho tempestítico.	
		Subfacies 2: serie de ARf-m, gris claro, en bancos, con capas de conchas cm intercaladas. Bioturbación moderada por Thalassinoides y trozos de madera carbonizada.		
		Subfacies 3: bancos dm de ARm-f, FU. Con niveles tempestíticos.		
III. Abanicos fandeltaicos y de desembocadura.	Río Tarcolitos hasta Punta Leona.	Subfacies 4: Bancos m ARmf-limo, gris verdoso, macizas, sin bioturbación y escaso detrito esquelético.	Asociados a escarpes de falla normales causantes de la formación de bahías.	Mata de Limón.
Abanico deltaico retrabajado por corrientes costeras (E).	Entre Playa Mantas y Limoncito.	Gravas finas y gruesas, gris verdoso, con foresets de bajo ángulo, corriente N-S. Madera carbonizada y no se observa bioturbación.		

Facies del sector (Modificado de Laurito, 1988)

Frente deltaico (E).	Bancos m-dm de ARm-f. gris claro, bien seleccionadas, abundancia de fósiles de gastrópodos 50-60% incluidas turrítelas en gran abundancia (95% del 60%). Turrítela abrupta por condiciones de hiposalinidad.		
Canales distributarios secundarios (A).	Lentes, longitud dm-m , bases erosivas. BR verdes de gravillas a gravas (1-25 cm diam) angulares a subangulares, composición andesítica, y fragmentos del basamento (basaltos y radiolaritas), clastos intraformacionales de areniscas y arcillas rojas y restos de madera fósil. Nódulos ferruginosos y poca bioturbación por Thalassinoides.		
Barras de desembocadura (A).	Bancos cm de ARm y Gravillas finas , gris verdoso, a la base lam cruzada y ripples ascendentes, contactos erosivos, fragmentos de madera carbonizada y concreciones dispersas.		
Depósitos de relleno de canal (A).	Canales abandonados rellenos de lodo, depositados por decantación. ARC tobáceas de color rojo hasta morado o por desbordamiento. Localmente con intercalaciones cm de arenas gruesas y gravillas. Bioturbación muy escasa por thalassinoides.		
Terrazas aluviales.	Bancos lentiformes de AR m-g en gravas y brechas con matriz tobácea gris verdosos. Bancos macizos.		

Facies of the sector (Modified from Laurito, 1988)

I. Fine sediments of deep estuary and platform.	Cliffs between Playa Coyol and Caletas.	Between Playa Caletas and Punta Sucia, between Playa Limoncito and Pógeres, cliff of Punta Leona (between Playa Mantas, Limoncito and Pógeres) and (between Playa Manta and Limoncito).	Sideways it interdigitates with deep estuarine deposits.	
Deep platform facies Type I (G / H).	Al norte de playa Coyol y al sur de playa Caletas.	Arf-mf, light gray, vegetal debris, storms (towards the ceiling, 20-60 cm, gradation +, load-bearing structures and bioclastic debris), convolute lamination. Silt interstratifications with gradation +.		Mb Caletas.
Deep platform facies Type II (D).	Between the mouth of the Agujas river and Limoncito beach. Between Playa Pógeres and Agujas.	At the base of plant debris (charred wood branches and little bioturbation). Above horizons of AR mf, light gray with abundant bioturbation by <i>Thalassinoides</i> sp. And little biodebris. In turn, they are overlaid by sands (CU) and a gravel and gravel channel with lumachelae 20cmhXdm in length.	Towards the N it is interdigitated with bay deposits with fluvial input.	
Deep estuary silty deposit facies (F).	Along the cliff of Punta Leona.	Monotonous series of fine sandstones and bluish-gray silts, metric and solid banks. Biogenic debris at the base of the strata.		
II Internal bay sediments.				
Internal bay facies Type I (A).	Icaco beach cliffs north of Tivives.	ARm-f dm banks, light gray with thick andesitic gravel lenses of river channels. The AR with <i>Thalassinoids</i> .	Deposited in the marine-terrestrial transitional zone.	
Internal bay facies Type II (B).		Alternations ARm-f and ARg, light gray. Parallel and cross lam and erosion and fill structures. Currents and waves. Spherical carbonate concretions (5-10cmdiam). Rare bioturbation by <i>Ophiomorpha nodosa</i> .		

Facies of the sector (Modified from Laurito, 1988)

Internal bay facies Type III (C).		Grading metric benches FU de AR g-AR f. Gravel lenses and lumaquelas. Biodetritus of mollusks and hedgehog spines and Bioturbation by Thalassinoides.		
Internal bay facies Type IV (C).	Pogeres Beach	ARf-m metric banks, bluish gray with thin lenses of shell remains with a predominance of Atrina and other mollusks. Ophiomorpha nodosa.		
	Desembocadura del río Barranca, al N de playa Doña Ana.	Prevalence of Mytilus sp.		
Internal bay facies Type V (D).				
		Subfacies 1: lens of fine gravel with detritus of mollusks and sea urchins. Moderate bioturbation by Thalassinoides.	Stormy bed.	
		Subfacies 2: ARf-m series, light gray, in banks, with layers of cm shells interspersed. Moderate bioturbation by Thalassinoids and charred pieces of wood.		
		Subfacies 3: dm banks of ARm-f, FU. With stormy levels.		
		Subfacies 4: m ARmf-silt banks, greenish gray, solid, without bioturbation and little skeletal debris.		
III. Fandeltaic and mouth fans.	Tarcolitos River to Punta Leona.		Associated with normal fault scarps causing the formation of bays.	Mata de Limón.
Delta fan network by coastal currents (E).	Between Playa Mantas and Limoncito.	Fine and coarse gravels, greenish gray, with low angle foresets, N-S current. Charred wood and no bioturbation is observed.		

Facies of the sector (Modified from Laurito, 1988)

Delta front (E).	M-dm banks of ARm-f. light gray, well selected, 50-60% abundance of gastropod fossils including turritelas in great abundance (95% of 60%). Turritela abrupt due to hyposalinity conditions.		
Secondary distributary channels (A).	Lenses, length dm-m, erosive bases. Green BR from gravel to gravel (1-25 cm diam) angular to subangular, andesitic composition, and fragments of the basement (basalts and radiolarites), intraformational clasts of sandstones and red clays and fossil wood remains. Ferruginous nodules and little bioturbation by Thalassinoides.		
Mouth bars (A).	Banks cm of ARm and fine gravel, greenish gray, at the base crossed lam and ascending ripples, erosive contacts, fragments of charred wood and scattered concretions.		
Channel fill tanks (A).	Abandoned channels filled with mud, deposited by decantation. ARC tobaceous red to purple or overflow. Locally with cm intercalations of coarse sand and gravel. Very little bioturbation by thalassinoids.		
Alluvial terraces.	Lentiform banks of AR m-g in gravels and breccias with greenish-gray tuff matrix. Solid benches.		

Roca Carballo

Delta afectado por mareas, al fondo estructuras sedimentarias de corriente y espesos paquetes de estratificación.

Delta affected by tides, at the bottom sedimentary current structures and thick stratification packages.



Roca Carballo, Caldera

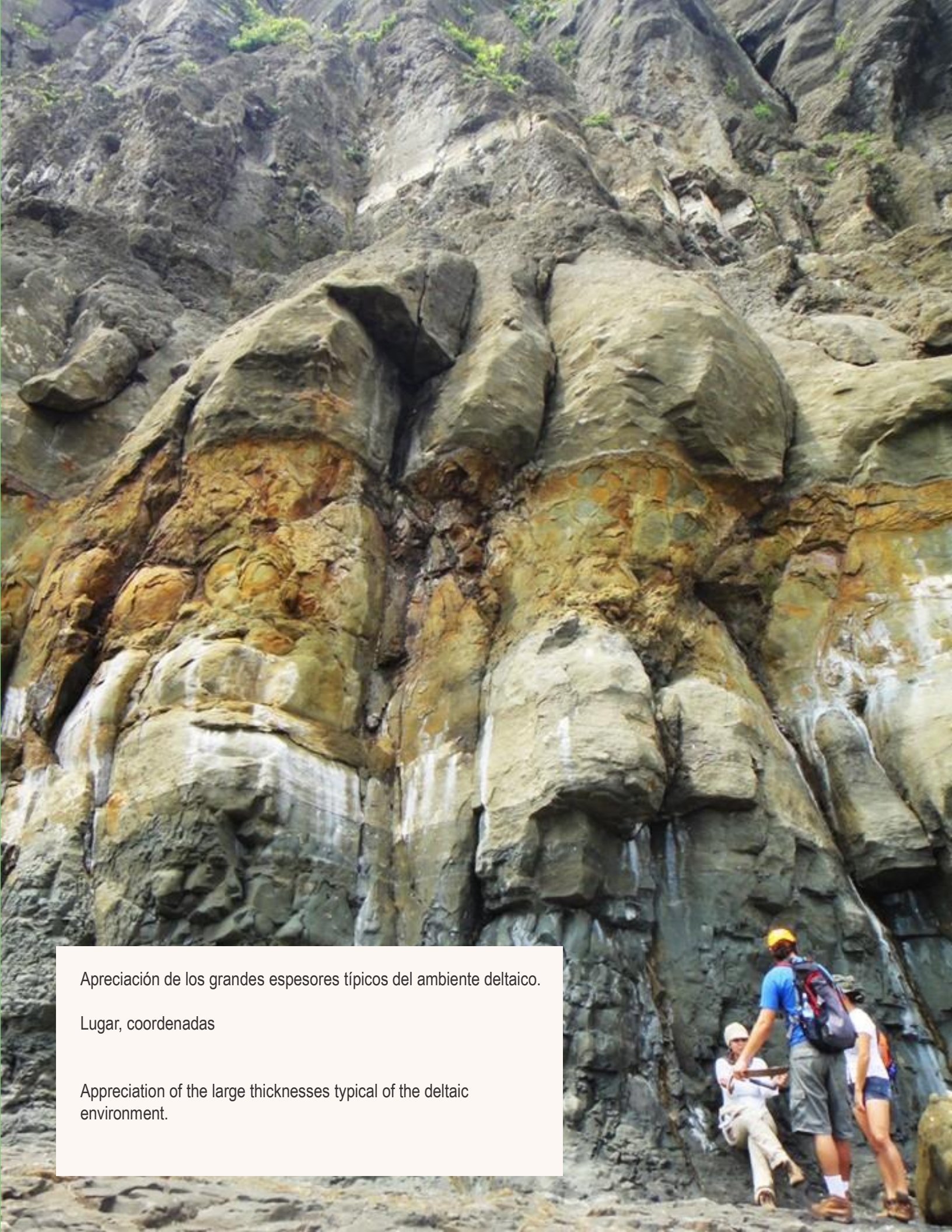
Se observan tres horizontes diferenciados por su litología, de la base al techo: lodolitas y areniscas finas (de color verdoso indicador de condiciones subacuáticas en este caso marinas), areniscas medias (con estructuras de corriente, que incluyen el tipo “herring bone” indicador de la zona de oleaje e intermareal) y areniscas con guijarros (los guijarros pasan localmente y algunos clastos diseminados tamaño guija de unos 10cm de eje largo). Los distintos horizontes están separados por marcadores guía.

There are three horizons differentiated by their lithology, from the base to the roof: mudstones and fine sandstones (greenish color indicating underwater conditions in this case marine), medium sandstones (with current structures, including the type “herring bone” indicator from the swell and intertidal zone) and sandstones with pebbles (the pebbles pass locally and some scattered clasts pebble size of about 10 cm long axis). The different horizons are separated by guide markers.



Otra apreciación de los tres horizontes y de los niveles guías que los separan: el marcador inferior que sobresale por erosión diferencial y el marcador superior de las facies gruesas indicando su características canalizadas, nótese el trazo irregular y el espesor variable del depósito sugiriendo depositación en un canal distributivo con influencia mareal.

Another appreciation of the three horizons and of the guide levels that separate them: the lower marker that protrudes due to differential erosion and the upper marker of the thick facies indicating their channeled characteristics, note the irregular outline and the variable thickness of the deposit suggesting deposition in a tidal-influenced distribution channel.



Apreciación de los grandes espesores típicos del ambiente deltaico.

Lugar, coordenadas

Appreciation of the large thicknesses typical of the deltaic environment.



Nótese, la alta densidad pero baja diversidad típica (mostrada por estos bivalvos) de un ambiente con condiciones restringidas y el sedimento fino lodoso típico de llanuras de marea. Otra facies dentro d este sistema delta-llanuras de marea.

Note, the high density but low diversity typical (shown by these bivalves) of an environment with restricted conditions and the finely muddy sediment typical of tidal flats. Another facies within this delta-tidal flats system.



Facies lodosa / facies 1: submareal. Nótese la capa discontinua de conchas (nivel guía) concreciones, bioturbación (tubos de escape) y una falla dextral.

Muddy facies / facies 1: subtidal. Note the discontinuous layer of shells (guide level), concretions, bioturbation (exhaust pipes) and a dextral failure.

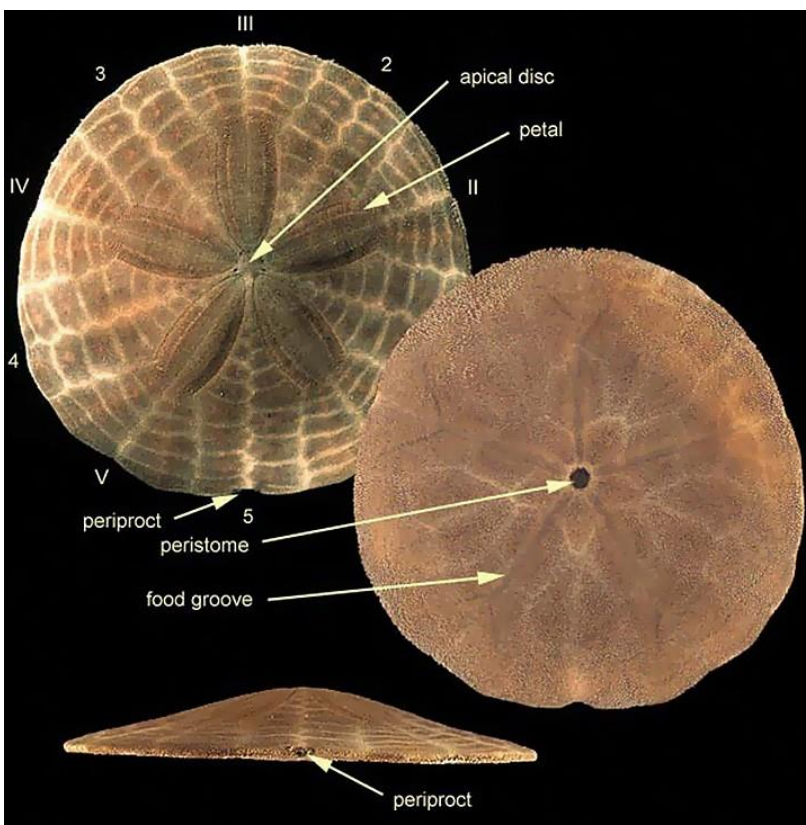


Roca Carballo: erizos irregulares en facies de arenisca fina.

Roca Carballo: irregular urchins in fine sandstone facies.

Dólar de Arena (equinoides)

- Los dólares de arena están relacionados con las estrellas de mar y los erizos de mar, y comparten muchas de las características de esos otros animales, incluida una boca ventral, patas tubulares y espinas.
- Los dólares de arena pertenecen a un grupo de equinodermos llamados equinoides. La palabra equinoide significa literalmente “como un erizo” en latín. Y se adapta bastante bien a este animal cuando miras un espécimen vivo. Todo el cuerpo está cubierto por miles de pequeñas espinas marrones.
- Los dólares se encuentran principalmente en fondos arenosos. El cuerpo está dividido en dos hemisferios. La parte superior se llama superficie **aboral** y la parte inferior se llama superficie oral. La boca está en el centro de esta esfera oral inferior. Llegaremos al comportamiento de alimentación inusual en un minuto.
- La prueba de este animal se compone de cientos de placas calcáreas que se fusionan para formar una cubierta protectora sólida para los órganos internos. Al igual que los erizos, los dólares de arena tienen una abertura en la superficie ventral llamada **peristoma** y una abertura dorsal llamada perímetro, aunque en dólares de arena el perímetro se encuentra en el margen del animal. El periprocto libera desechos y el peristoma contiene la boca.



Los dólares de arena y sus parientes (clipeasteroides, casiduloides) tienen una prueba simétrica bilateralmente compuesta por columnas dobles de placas TEN, cinco columnas interambulacras (etiquetadas 1-5) y cinco columnas ambulacra (etiquetadas I-V).

Las placas ambulacrales están perforadas por poros simples o dobles para los pies del tubo. Los cinco ambulacra son generalmente idénticos y en la superficie aboral los pares de poros forman un patrón petaloide muy distintivo.

Hay dos aperturas principales en la prueba, el peristoma y el periprocto.

Taken from:

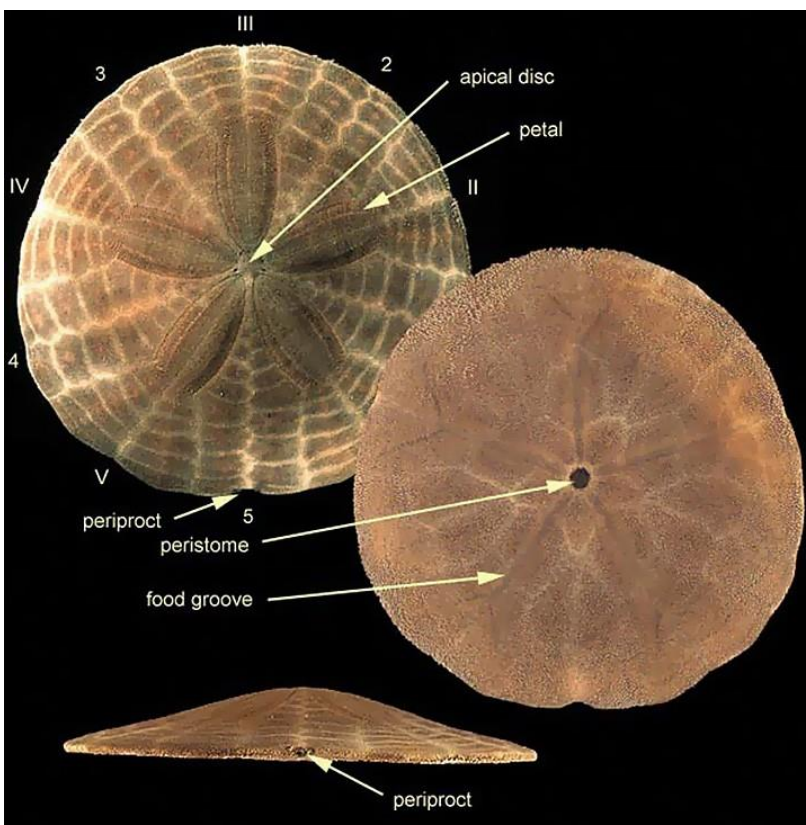
<http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/echinoid-directory/morphology/dollars/intro.html>

- Aunque estos animales no se parecen a sus parientes las estrellas de mar, puedes ver los “petaloides” en forma de estrella en la superficie superior. Mientras que las estrellas de mar son depredadores y los erizos de mar son herbívoros, los dólares de arena son alimentadores de detritos. Los detritos son simplemente el material orgánico, que incluye plancton muerto, bacterias y desechos animales que se acumulan en el fondo del océano.
- Como puede ver en la foto de abajo, los dólares de arena viajan justo debajo de la superficie de la arena. A medida que se mueven, las pequeñas espinas y los pies del tubo recogen los detritos y los mueven hacia los bordes del cuerpo. La comida luego se transfiere a las ranuras de comida en la superficie ventral. Los pies tubulares y las espinas ciliadas, llamadas **clavulas**, mueven la comida a lo largo de los surcos de comida y hacia la boca.
- Muchas especies de dólares de arena viven en olas agitadas, y el comportamiento de excavación es una adaptación a este entorno. Además de excavar, los dólares de arena se alinearán paralelos al flujo de corriente. Cuando un gran número de ellos se encuentran juntos, parece que se han plantado, todos ellos dispuestos en filas orientadas de la misma manera.
- **Enderezar** es un comportamiento que damos por sentado. Este es simplemente el método que utiliza un animal para darse la vuelta si se le da la vuelta. Para los animales cubiertos de conchas, exoesqueletos o, como los equinodermos, un esqueleto interno rígido, enderezarse no es una tarea fácil. Las estrellas de mar simplemente doblan sus brazos debajo del cuerpo para darse la vuelta, y los erizos de mar usan los pies tubulares que se extienden más allá de las espinas. Para el dólar de arena, esto es mucho más difícil y puede tomar hasta media hora. Un dólar de arena volcado usa las espinas para cavar su extremo anterior del cuerpo en la arena. Esto continúa hasta que el animal rota y se gira hacia arriba. En una superficie sólida, como en el fondo de un acuario, un dólar de arena no puede enderezarse y morirá en cuestión de días.



Sand dollars (equinoids)

- Sand dollars are related to sea stars and sea urchins, and share many of those other animals' characteristics, including a ventral mouth, tube feet and spines.
- Sand dollars belong to a group of echinoderms called echinoids. The word echinoid literally means "like a hedgehog" in Latin. And it fits this animal well when you look at a live specimen. The entire body is covered by thousands of tiny brown spines.
- Sand dollars are found mainly on sandy bottoms. The body is divided into two hemispheres. The top part is called the aboral surface and the bottom is called the oral surface. The mouth is in the center of this bottom oral sphere. We'll get to the unusual feeding behavior in a minute.
- The test of this animal is made up of hundreds of calcareous plates that fuse to form a solid protective covering for the internal organs. Like hedgehogs, sand dollars have an opening on the ventral surface called the peristome and a dorsal opening called the periproct, although in sand dollars the periproct is on the margin of the animal. The periproct releases debris and the peristome contains the mouth.



Sand dollars and their relatives (clypeasteroids, cassiduloids) have a bilaterally symmetrical test composed of TEN double columns of plates, five interambulacral columns (labelled 1-5) and five ambulacral columns (labelled I-V).

Ambulacral plates are pierced by single or double pores for the tube-feet. All five ambulacra are generally identical and on the aboral surface the pore-pairs form a very distinctive petaloid pattern.

There are two major openings in the test, the peristome and periproct.

Taken from:

<http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/echinoid-directory/morphology/dollars/intro.html>

- Although these animals do not look like their starfish relatives, you can see the star-shaped "petaloids" on the upper surface. While starfish are predators and sea urchins are herbivores, sand dollars are debris feeders. Debris is simply organic material, including dead plankton, bacteria, and animal waste that collects on the ocean floor.
- As you can see in the photo below, the sand dollars travel just below the surface of the sand. As they move, the small spines and the feet of the tube collect the debris and move it to the edges of the body. The food is then transferred to the food grooves on the ventral surface. The tube feet and ciliated spines, called clavulae, move food along the food grooves and into the mouth.
- Many species of sand dollars live in choppy waves, and the digging behavior is an adaptation to this environment. In addition to digging, the sand dollars will line up parallel to the current flow. When a large number of them are found together, it seems that they have been planted, all of them arranged in rows oriented in the same way.



- **Straightening** is a behavior we take for granted. This is simply the method an animal uses to roll over if it is turned over. For animals covered in shells, exoskeletons, or, like echinoderms, a rigid internal skeleton, straightening up is no easy task. Starfish just fold their arms under the body to roll over, and sea urchins use the tube feet that

extend past the spines. For the sand dollar, this is much more difficult and can take up to half an hour. An overturned sand dollar uses the spines to dig its front end of the body into the sand. This continues until the animal rotates and rotates up. On a solid surface, such as at the bottom of an aquarium, a sand dollar cannot be straightened out and will die in a matter of days.

Es una especie de señal divina del nacimiento y muerte de Jesús. La leyenda dice así:

- Hay una pequeña leyenda encantadora que me gustaría contar, del nacimiento y muerte de Jesús, que se encuentra en este humilde caparazón.
- Si examina de cerca, verá que encuentra aquí, cuatro agujeros para clavos y el quinto, hecho por una lanza romana.
- A un lado el lirio de Pascua, su centro es la estrella, que se apareció a los pastores y los guió desde lejos
- La flor de pascua de Navidad grabada en el otro lado, nos recuerda su cumpleaños, nuestra feliz Navidad.
- Ahora abre el centro, y aquí liberarás, las cinco palomas blancas esperando, para difundir la buena voluntad y la paz.
- Este pequeño símbolo simple, que Cristo dejó para ti y para mí, para ayudarnos a difundir su evangelio por toda la eternidad.

Leyenda del dólar de arena (tomado de:

<https://www.dailykos.com/stories/2008/2/1/448004/->)

La explicación paleontológica es seguir al autor:

- Los cuatro agujeros de los clavos se refieren a las muescas de una especie sureña de dólar de arena llamada erizo de cerradura. Lo mismo ocurre con el agujero causado por una lanza romana.
- Los diseños de lirio de pascua, estrella y poinsettia son simplemente los patrones de las áreas ambulacrales (orificios donde los pies de tubo sobresalen del esqueleto) que se encuentran en las superficies aboral y oral.
- El patrón no es realmente único, ya que también se puede ver en estrellas de mar y erizos
- Las palomas blancas pueden ser la parte más intrigante de la historia, pero estas son solo las piezas bucales que se separan del esqueleto una vez que la musculatura del animal muerto se ha descompuesto.

It is some kind of divine sign of the birth and death of Jesus. The legend goes like this:

- There's a lovely little legend that I would like to tell, of the birth and death of Jesus, found in this lowly shell.
- If you examine closely, You'll see that you find here, four nail holes and fifth one, made by a Roman's spear.
- On one side the Easter lily, its center is the star, that appeared unto the shepherds and led them from afar
- The Christmas poinsettia etched on the other side, reminds us of his birthday, our happy Christmastide.
- Now break the center open, and here you will release, the five white doves awaiting, to spread good will and peace. this simple little symbol, Christ left for you and me, to help us spread his gospel, through all eternity.

Legend of the Sand Dollar

(taken from: <https://www.dailykos.com/stories/2008/2/1/448004/->)

- The paleontological explanation is follow the author:
- The four nail holes refer to the notches in a southern species of sand dollar called the keyhole urchin. Same with the hole caused by a Roman spear.
- The easter lily, star and poinsettia designs are simply the patterns of the ambulacral areas (holes where the tube feet protrude through the skeleton) found on the aboral and oral surfaces.
- The pattern isn't really unique since it can be seen on sea stars and urchins as well.
- The white doves may be the most intriguing part of the tale, but these are just the mouthparts that become separated from the skeleton once the musculature of the dead animal has decomposed.



Capas lodosas - Facies 3 con abundante bioturbación y capas discontinuas , no canalizadas de concentración de conchas sugiriendo retrabajo y depositación por corrientes de tempestad.

Muddy layers with abundant bioturbation and discontinuous nonchannelized layers of fossiliferous sandites suggesting rework and deposition by storm currents.



Nótense la capa discontinua de conchas (canal?) (nivel guía), las concreciones , la bioturbación y una falla sinistral.

Note the discontinuous shell layer ,the concretions, the bioturbation, and a sintral fault.



Capa a lo interno de la Facies 2: areniscas con desarrollo de "hardgrounds" (fondos endurecidos) que resaltan por sus horizontes mineralizados (en este caso con hierro) y desarrollo de horizontes paralelos de concreciones. Ambos efectos resaltados durante la diagénesis.

Layer inside the middle sandstone facies: sandstones with development of "hardgrounds" (hardened bottoms) that stand out for their mineralized horizons (in this case with iron) and development of parallel horizons of concretions. Both effects highlighted during diagenesis.



Roca Carballo: Facies 1: lodolitas a areniscas muy finas con fósiles de Turritelae erosionados por la acción del oleaje y una vetilla de calcita que señala el sentido de movimiento sinestral a lo largo de una falla de dimensiones decimétricas.

Carballo Rock: Facies1: very fine sandstone mudstones with fossils of Turritelae eroded by the action of the waves and a vein of calcite that indicates the direction of synestral movement along a fault of decimetric dimensions.



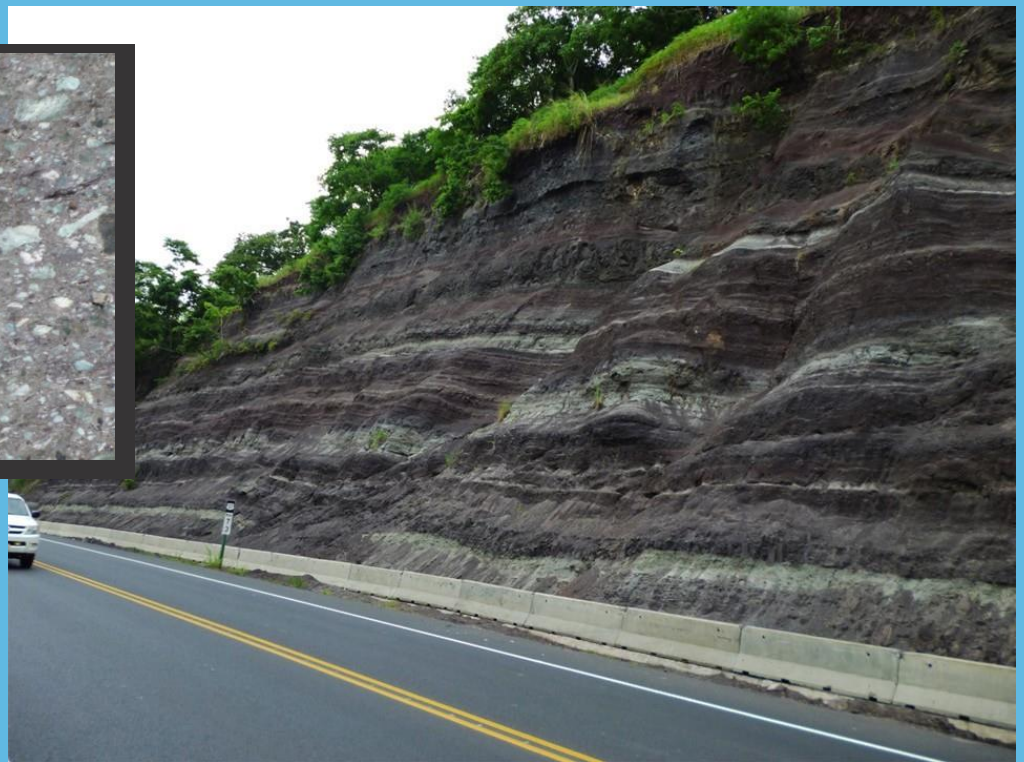
Madera carbonizada y silicificada en areniscas.

Carbonized and silicified wood in sandstones.

Caldera - Mata de Limón

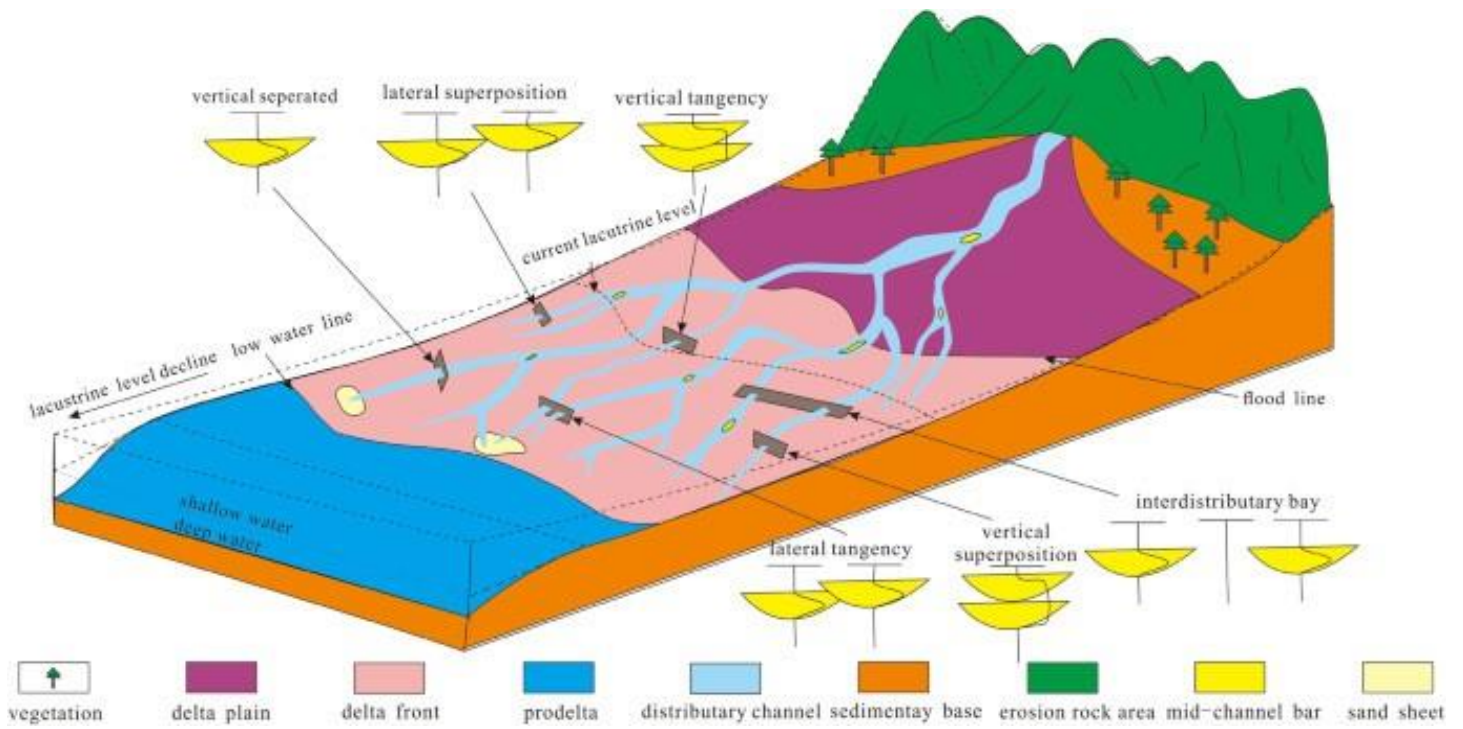
Vista de Puerto Caldera, el puerto más importante de Costa Rica en la costa del Pacífico. La vista de la playa y el oleaje da idea del ambiente en que se depositó la facies de areniscas con estratificación cruzada.

View of Puerto Caldera, the most important port of Costa Rica on the Pacific coast. The view of the beach and the waves gives an idea of the environment in which the cross-stratified sandstone facies was deposited.



Alternancias de bancos verdes de gravas volcánicas y morados de lodolitas cenicientas retrabajados como depósitos de canal y de llanura de inundación en vista lateral al canal.

Alternations of green banks of volcaniclastic gravel and purple of ashy mudstones reworked as channel and floodplain deposits in lateral view of the channel.



Ambientes aluviales y fluviales Facies sedimentarias y modelo de delta de río trenzado de aguas poco profundas de pendiente suave.

Alluvial and braided fluvial environments Sedimentary facies and model of gentle slope shallow-water braided river delta.





Mb Mata de Limón Facies gruesas gravosas de depósitos de canal fluvial en estratificación delgada a laminar con las lodolitas moradas.

Mb Mata de Limón Thick, gravelly facies of fluvial channel deposits in thin stratification to laminar with purple mudstones.



Fm Tivives un paleolar que alcanzó la costa.

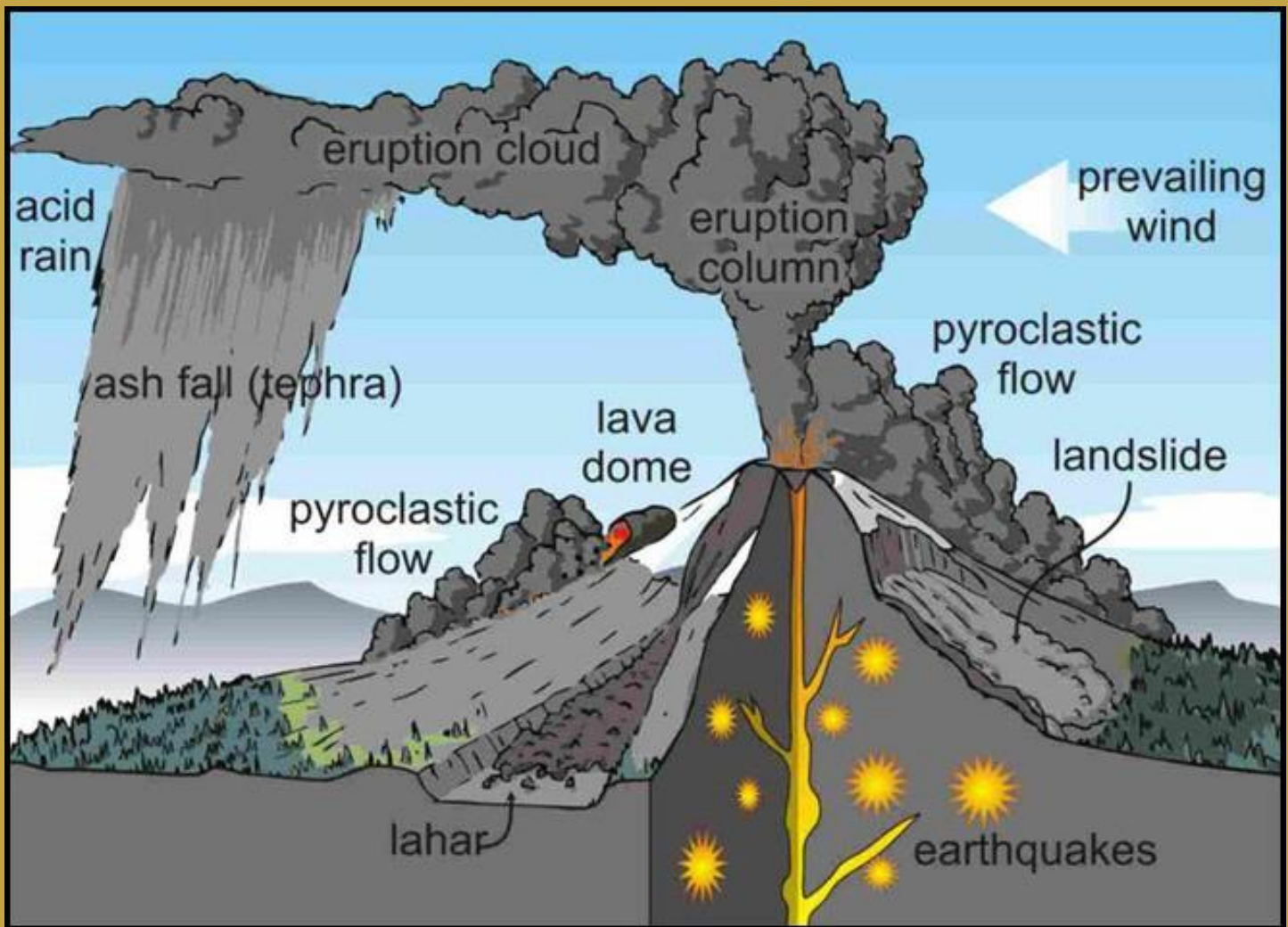
Fm Tivives a paleolar that reached the coast.

Tivives /
Guacalillo



Guacalillo: lahar de la Fm Tivives (del Pleistoceno/ Plioceno?), nótese los clastos de rocas ígneas que sobresalen por su mayor dureza en contraste con la matriz arcillosa tobácea de color gris y marrón.

Guacalillo: lahar from Fm Tivives (from the Pleistocene / Pliocene?), Note the clasts of igneous rocks that stand out for their greater hardness in contrast to the gray and brown tobaceous clay matrix.



Flujos de lava

Los flujos de lava son flujos de roca fundida que se emiten desde el respiradero del volcán. Son bien conocidos y muy destructivos, pero son lentos, por lo que cualquier persona en el camino de un flujo de lava tiene mucho tiempo para apartarse de su camino.

Flujos piroclásticos

Los flujos piroclásticos son nubes de cenizas y gases extremadamente calientes producidos por ciertos tipos de volcanes, generalmente en los límites de las placas donde las placas se empujan juntas. Se mueven extremadamente rápido y pueden matar instantáneamente. Muchas de las erupciones más devastadoras de la historia involucraron flujos piroclásticos.

Nubes de ceniza

Las nubes de ceniza son nubes de ceniza producidas por el volcán. Su principal peligro es que sus cenizas puedan entrar en los motores de los aviones que pasan y hacer que se estrellen. Estas nubes también pueden bloquear el sol por un tiempo, además de causar cenizas y lluvia ácida que pueden matar plantas y contaminar los sistemas de agua.

Deslizamientos de tierra y corrientes de lodo

Las erupciones volcánicas a menudo pueden causar deslizamientos de tierra, cuando el lado de un volcán colapsa. El suelo también puede aflojarse debido a los temblores volcánicos, por lo que si llueve se forma un flujo de lodo. Si estos flujos de lodo se mezclan con lava, se llaman lahares.

Lava Flows

Lava flows are flows of molten rock that are emitted from the vent of the volcano. They are well known and very destructive, but they are slow, so any people in the path of a lava flow have plenty of time to get out of its way.

Pyroclastic Flows

Pyroclastic flows are ground-hugging clouds of ash and extremely hot gases produced by certain types of volcanoes, usually on plate boundaries where the plates push together. They move extremely fast and can kill instantly. Many of the most devastating eruptions in history involved pyroclastic flows.

Ash Clouds

Ash clouds are clouds of ash produced by the volcano. Their main danger is that their ash can get into engines of passing aeroplanes and cause them to crash. These clouds can also block out the sun for a while, as well as causing ash falls and acid rain that can kill plants and pollute water systems.

Landslides and mud flows

Volcanic eruptions can often cause landslides, when the side of a volcano collapses. Soil can also be loosened due to volcanic tremors, so if it rains a mudflow is formed. If these mudflows mix with lava they are called lahars.



Puente sobre el Río Tárcoles.

Tarcoles River Bridge Overview.

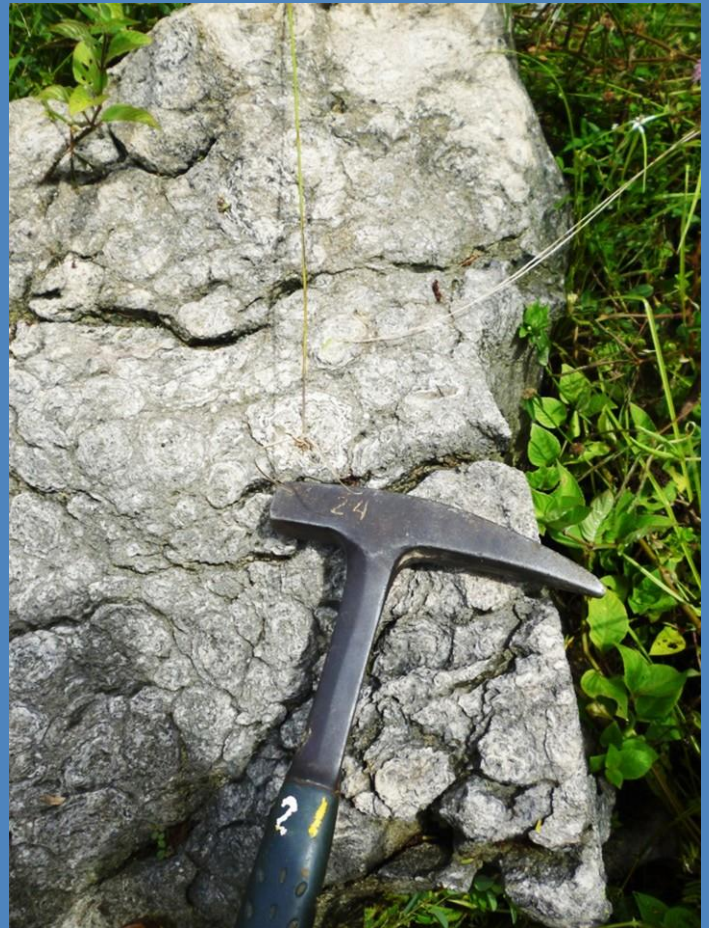
Puente Tárcoles



Calizas de rampa carbonatada.

Carbonate ramp limestone.

Quebrada Ganado



Calizas Quebrada Ganado: a la izquierda diversidad paleontológica y a la derecha facies de oncolitos de algas coralinas.

Quebrada Ganado limestones: paleontological diversity on the left and oncolith facies of coralline algae on the right.

Los macroforaminíferos

Foraminíferos más grandes

Los foraminíferos bentónicos más grandes son fósiles asombrosos pero bastante subestimados. Tienen una larga historia geológica, que va desde el Paleozoico hasta la actualidad. Sin embargo, son más conocidos durante el Eoceno, donde ocurrieron en grandes cantidades de formación de rocas y son el componente dominante de muchos depósitos de piedra caliza de aguas poco profundas.

Los grandes foraminíferos bentónicos son organismos unicelulares con una prueba calcárea o “concha”, que tiene una estructura interna compleja y, a menudo, muy hermosa. Como sugiere su nombre, esta prueba puede volverse increíblemente grande, hasta 15 cm, y sigue siendo una sola celda. Una de las razones por las que se cree que son tan grandes es porque tienen simbiontes fotosintetizadores, lo que les permite obtener más energía que simplemente comiendo. Esta es también la razón por la que desarrollaron estructuras de prueba tan complejas, para permitir que los simbiontes se muevan alrededor de la prueba y ayudar a regular la luz que reciben.

La presencia de fotosimbiontes significa que los foraminíferos bentónicos más grandes favorecen un entorno similar al de los corales, la zona fótica marina poco profunda (aproximadamente <100 m) en las regiones tropicales. También significa que son susceptibles a cambios ambientales, lo que los hace muy útiles para rastrear el efecto de los cambios climáticos en aguas poco profundas a lo largo del tiempo geológico.

Macrophoraminifera

Larger forams

Larger benthic foraminifera are amazing but rather underappreciated fossils. They have a long geological history, ranging from the Palaeozoic to the modern day. However, they are most well-known during the Eocene, where they occurred in huge, rock forming quantities and are the dominant component of many shallow water limestone deposits.

Large benthic foraminifera are single celled organisms with a calcareous test, or “shell,” which has a complex and often very beautiful internal structure. As their name suggests, this test can get incredibly large – up to 15 cm, and is still a single cell. One of the reasons they are thought to get so big is because they have photosynthesizing symbionts, allowing them to get more energy than from just eating. This is also the reason they developed such complex test structures, to enable symbionts to be moved around the test and help regulate the light they receive.

The presence of photosymbionts means that larger benthic foraminifera favor a similar environment to corals, the shallow marine photic zone (about < 100 m) in tropical regions. It also means that they are susceptible to environmental change, making them very useful for tracking the effect of climatic changes in the shallow water through geological time.

Indicadores paleoambientales de los macroforaminíferos

Un estudio desarrollado en una plataforma mixta de carbonato-siliciclástico para el Oligoceno tardío- Mioceno temprano mostró contener un cierto número de foraminíferos más grandes. Se interpreta el entorno de depósito de la secuencia y se ha realizado el análisis de microfacies de carbonato.

Se estudiaron las distribuciones ambientales y de microfacies de diferentes géneros y su respuesta a las condiciones energéticas y la afluencia terrígena. Los subambientes presentes fueron: laguna de fondo arrecifal, mares submareales poco profundos, intermareal, pantanos, canales de marea y supratidal.

Se muestrearon foraminíferos más grandes de la laguna y la parte submareal poco profunda de la secuencia, y se encontró que:

Heterostegina y Spiroclypeus se encuentran en la laguna, mientras que Miogypsina, Lepidocyclina y Operculina ocurren tanto en la laguna como en ambientes submareales poco profundos.

Archaias y Sorites prefieren condiciones submareales.

Asimismo, la distribución de diferentes géneros en relación a las microfacies de carbonato varía: Miogypsina, Archaias y Sorites ocurren en más microfacies que Heterostegina, Spiroclypeus, Operculina y Lepidocyclina.

Los foraminíferos más grandes también difieren en su susceptibilidad a la entrada de clásticos en el medio ambiente: Spiroclypeus y Sorites prefieren un ambiente rico en carbonatos, mientras que Miogypsina es más tolerante a la entrada de terrígenos.

Acerca de la energía: los géneros Heterostegina y Spiroclypeus se encuentran restringidos a ambientes de baja energía, pero Miogypsina, Lepidocyclina, Operculina, Archaias y Sorites pueden tolerar condiciones de agua agitada.

Además, se interpretó que Heterostegina y Spiroclypeus son estrategias K extremos, mientras que Miogypsina tiende a los oportunistas del modo r. Entre los dos extremos del espectro se encuentran Lepidocyclina y Operculina. La historia de vida de Archaias y Sorites es posiblemente comparable a Miogypsina.

Paleoenvironmental indicators of macroforaminifera

A study developed on a mixed carbonate-siliciclastic platform for the late Oligocene-early Miocene showed to contain a certain number of larger foraminiferal genera. The depositional environment of the sequence is interpreted and carbonate microfacies analysis has been carried out.

Environmental and microfacies distributions of different genera and their response to energy conditions and terrigenous influx were studied. The subenvironments present were: back-reef lagoon, shallow subtidal seas, intertidal, swamps, tidal channels and supratidal.

Larger foraminifera from the lagoon and shallow subtidal part of the sequence were sampled, finding that: *Heterostegina* and *Spiroclypeus* are found to occur in lagoon while *Miogypsina*, *Lepidocyclina* and *Operculina* occur in both lagoon and shallow subtidal environments.

Archaias and *Sorites* prefer subtidal conditions.

Likewise, the distribution of different genera in relation to carbonate microfacies varies: *Miogypsina*, *Archaias* and *Sorites* occur in more microfacies than *Heterostegina*, *Spiroclypeus*, *Operculina* and *Lepidocyclina*.

Larger foraminifera also differ in their susceptibility to clastic influx in the environment: *Spiroclypeus* and *Sorites* prefer a carbonate-rich environment while *Miogypsina* is most tolerant to terrigenous input.

About energy: the genera *Heterostegina* and *Spiroclypeus* are found to be restricted to low energy environments but *Miogypsina*, *Lepidocyclina*, *Operculina*, *Archaias* and *Sorites* can tolerate agitated water conditions.

Furthermore, it was interpreted that *Heterostegina* and *Spiroclypeus* are extreme K-strategists while *Miogypsina* tends toward r-mode opportunists. Between the two ends of the spectrum lie *Lepidocyclina* and *Operculina*. The life history of *Archaias* and *Sorites* is possibly comparable to *Miogypsina*.

Bioestratigráficamente estas calizas son correlacionables con las calizas de la Fm Punta Pelada aflorante en la localidad de Ostional, en la costa occidental de la Península de Nicoya y con la formación Dacli descrita para la cuenca Limón Sur.

Han sido datadas como del Chatiano (Claudia Baumgartner-Mora, C, Baumgartner, P. & Tschudin, P., con el macroforaminífero Miogypsina.

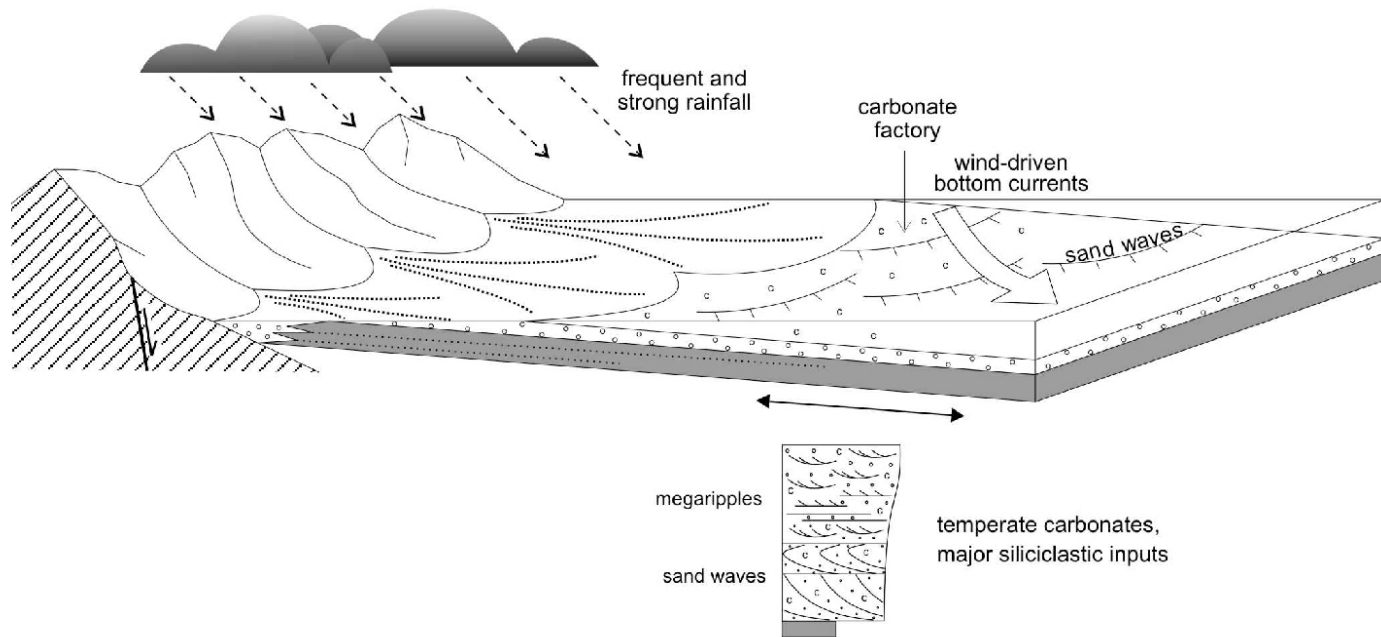
- El género Miogypsina pertenece a la familia Miogypsinidae de la superfamilia Rotalioidea, del suborden Rotalina y del orden Rotaliida.
- Su rango cronoestratigráfico abarca desde el Oligoceno medio hasta el Mioceno inferior.

Biostratigraphically, these limestones are correlated with the limestones of the Punta Pelada Fm outcropping in the town of Ostional, on the western coast of the Nicoya Peninsula and with the Dacli formation described for the Limón Sur basin.

They have been dated as from the Chatian (Claudia Baumgartner-Mora, C., Baumgartner, P. & Tschudin, P., with the macroforaminifer Miogypsina.

- The genus Miogypsina belongs to the family Miogypsinidae of the superfamily Rotalioidea, the suborder Rotaliina and the order Rotaliida.
- Its chronostratigraphic range extends from the Middle Oligocene to the Lower Miocene.

MIXED SILICICLASTIC - SKELETAL INTERVAL, wet - temperate climate



Los depósitos de carbonato pueden coexistir con sedimentos clásticos y volcánicos terrígenos bajo ciertas condiciones. Los deltas construidos por ríos efímeros en ambientes áridos pueden experimentar largos períodos sin suministro de escombros y durante estos intervalos pueden desarrollarse carbonatos en el frente del delta, por ejemplo, en forma de pequeños arrecifes que se acumulan en las partes marinas poco profundas de efímeros fan-deltas. Los intervalos de tiempo entre los episodios de erupción en los volcanes de arco insular pueden ser lo suficientemente largos como para que se desarrollen pequeñas plataformas de carbonato en las aguas poco profundas alrededor de un volcán insular, dando lugar a una asociación entre la deposición volcánica y de carbonato.

Carbonate deposits can co-exist with terrigenous clastic and volcanoclastic sediments under certain conditions. Deltas built by ephemeral rivers in arid environments may experience long periods without supply of debris and during these intervals carbonates may develop on the delta front, for example, in the form of small reefs that build up in the shallow marine parts of ephemeral fan-deltas. Time intervals between eruption episodes in island arc volcanoes may be long enough for small carbonate platforms to develop in the shallow water around an island volcano, giving rise to an association between volcanic and carbonate deposition



Bahía Herradura, al fondo Fila Conejo: Basaltos de corteza oceánica.

Bahía Herradura, in the background Fila Conejo: Basalts of oceanic crust.

Bahía Herradura



Fila Quebrada Bonita.



Punta Balsal - Playa Jacó.



Cerro Guapinol
Guapinol Hill



Cerro Guapinol en Jacó: se observan almohadillas de basalto.

Cerro Guapinol in Jacó: basalt pads are observed.



Detalle de las almohadillas de basalto. Complejo de Nicoya Superior (Volcanismo de Plateau Oceánica del Caribe).

Detail of the basalt pads. Superior Nicoya Complex (Caribbean Oceanic Plateau Volcanism).



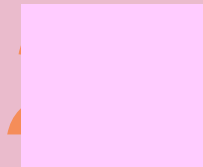
Formación de basaltos en almohadilla en el fondo oceánico.

Pad basalt formation on the ocean floor.



Flujo de basaltos almohadados en la plataforma de abrasión del Cerro Guapinol.

Flow of cushioned basalts in the Cerro Guapinol abrasion platform.



Punta
Judas -
Esterillos
Oeste

¿El mar invade o retrocede?

La energía en un punto en la plataforma continental es una función de la profundidad del agua. Por lo tanto, con cualquier cambio en el nivel del mar, la profundidad del agua en un punto en el estante cambiará la introducción de un nuevo régimen de energía. Esto significa que diferentes facies serán depositadas.

Transgresión marina

Una transgresión marina es un evento geológico durante el cual el nivel del mar se eleva en relación con la tierra y la costa se mueve hacia un terreno más alto, dando

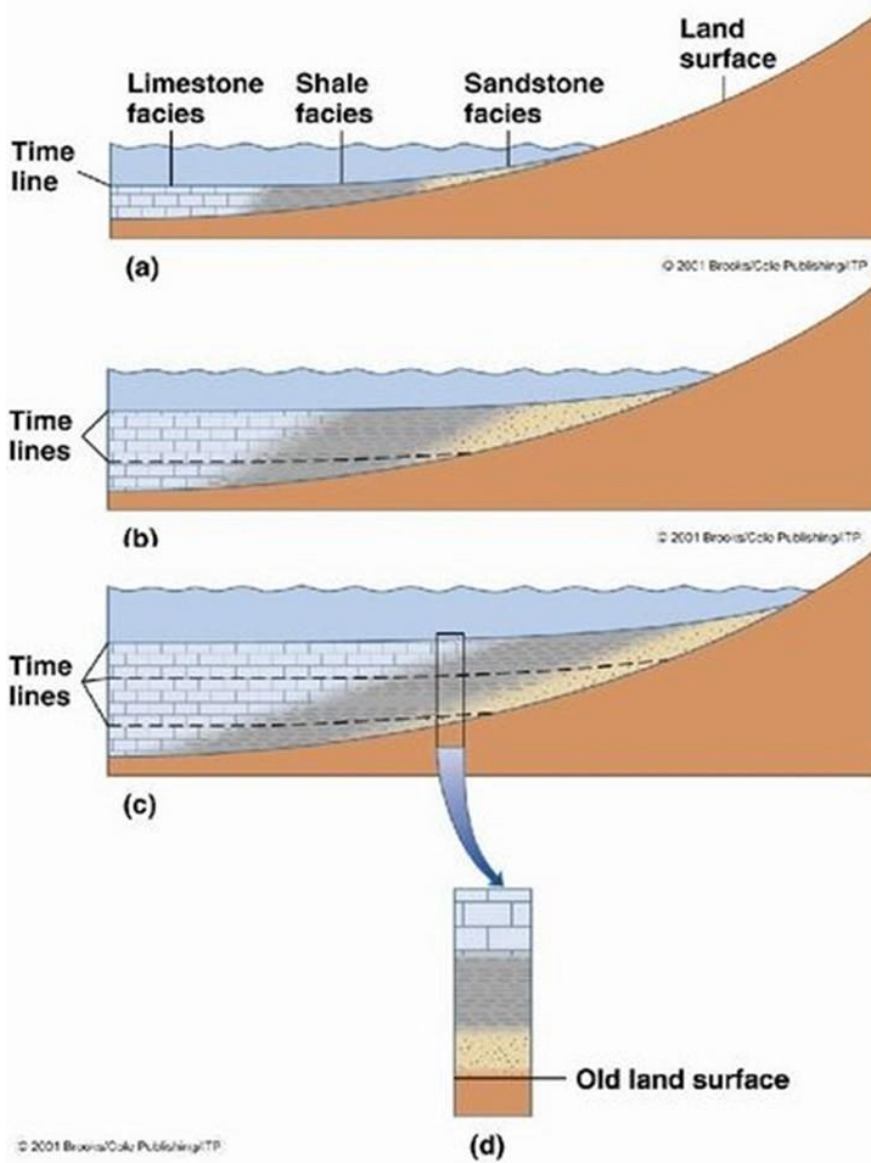
lugar a inundaciones. Transgresiones pueden ser causadas por el hundimiento de la tierra o de las cuencas oceánicas llenado con agua (o la disminución de la capacidad).

Las transgresiones y regresiones pueden ser causados por eventos tectónicos como orogenias, el cambio climático severo como edades de hielo o ajustes isostáticos siguientes eliminación de hielo o sedimentos de carga. En cualquiera de los casos, el agua del mar sube más arriba en la tierra que antes. En este caso vamos a tener más profundos sedimentos marinos (lutitas y calizas) que se deposita en la parte superior de los sedimentos de la playa derivadas continentalmente (arena). Esto forma una secuencia (de abajo hacia arriba) de: arena ► lutita ► caliza o lodolita.

Una transgresión máxima se produce cuando los sedimentos de mayor profundidad de depositación lleguen lo más lejos posible a tierra adentro.

Modificado de:

<https://infogeologia.wordpress.com/2015/09/14/como-identificar-la-transgresion-y-regresion-en-un-afloramiento-sedimentario/>



¿Does the sea invade or recede?

The energy at a point on the continental shelf is a function of the depth of the water. Therefore, with any change in sea level, the depth of the water at a point on the shelf will change the introduction of a new energy regime. This means a different facies will be deposited.

Marine transgression

A marine transgression is a geological event during which the sea level rises relative to the land and the shoreline moves to higher ground, resulting in flooding. transgression can be caused by subsidence of land or ocean basins filled with water (or decreased capacity).

Transgressions and regressions can be caused by tectonic events such as orogenies, severe climate change such as ice ages, or isostatic adjustments following ice removal or sediment loading. In either case, sea water rises higher on land than before. In this case we will have deeper marine sediments (shales and limestone) that is deposited on top of the continentally derived beach sediments (sand). This forms a sequence (from bottom to top) of: sand ► shale ► limestone or mudstone.

A maximum transgression occurs when the sediments of greater depth of deposit reach as far inland as possible.

Regresión marina

- Regresión marina es un proceso geológico que ocurre cuando áreas de lecho marino sumergido quedan expuestas por encima del nivel del mar. El evento opuesto, transgresión marina, se produce cuando las inundaciones del mar cubren los materiales expuestos anteriormente en tierra firme.
- En este caso, los sedimentos continentales se están depositando más lejos hacia el mar de lo que estaban. Por lo tanto, vemos una secuencia (de abajo hacia arriba) de: lodolitas o carbonatos, lutitas y areniscas (conglomerados o brechas).
- Una regresión máxima se produce cuando los sedimentos más gruesos (continentales o transicionales –canales de marea-) avanzan en dirección al mar.

Nota: Este proceso puede ocurrir tal que no todos los tipos de rocas están presentes (debido a una discordancia) o donde el sedimento más grueso se deposita mucho más adentro en el mar por razones tectónicas, por aporte de material volcánico abundante desde el interior más lejano o porque descendió el nivel del mar por razones eustáticas. Por ello, no siempre las facies van a incluir carbonatos o areniscas hacia tierra.

- Una discordancia es una superficie sobre la cual, durante un tiempo largo, no hubo sedimentación o sea marca una interrupción en la sedimentación o una erosión que se llevó el material sedimentado

Marine regression

- Marine regression is a geological process that occurs when areas of submerged seabed are exposed above sea level. The opposite event, marine transgression, occurs when flooding from the sea covers previously exposed materials on land.
- In this case, the continental sediments are being deposited further out to sea than they were. Therefore, we see a sequence (from bottom to top) of: mudstones or carbonates, shales and sandstones (conglomerates or breccias).
- A maximum regression occurs when the thickest sediments (continental or transitional -tidal channels-) advance towards the sea.

Note: This process can occur such that not all types of rocks are present (due to an unconformity) or where the thickest sediment is deposited much further into the sea for tectonic reasons, due to the contribution of abundant volcanic material from the interior more distant or because the sea level dropped for eustatic reasons. Therefore, facies do not always include carbonates or sandstones towards the ground.

An unconformity is a surface on which, for a long time, there was no sedimentation, that is, an interruption in the sedimentation or an erosion that carried away the sedimented material.

Modificado de:

<https://infogeologia.wordpress.com/2015/09/14/como-identificar-la-transgresion-y-regresion-en-un-afloramiento-sedimentario/>

Clasto de un depósito de canal de marea.

Clasto of a tidal channel reservoir.





Fósil de gastrópodo en la formación Punta Judas.

Gastropod fossil in the Punta Judas formation.



Formación Punta Judas: depósitos deltaicos representados por paquetes arenosos gruesos con abundantes estructuras de corriente (varios tipos de estratificación cruzada) y depósitos de llanuras y canales de marea.

Punta Judas Formation: deltaic deposits represented by thick sandy packs with abundant stream structures (various types of cross-stratification) and plains deposits and tidal channels.



Fósil de erizo irregular (sand dollar) del Mioceno.

Sand dollar fossil from the Miocene.



Parrita



Playa Palo Seco.

Palo seco beach.



Río Cañas donde abundan megabloques de turbiditas de la Formación Descartes.

Cañas River where megablocks of turbidites from the Descartes Formation abound.

Río Cañas



Rocas paleocenas

Bloque de turbidita en el río Cañas.

Turbidite block in the Cañas river





Cobertura sedimentaria sobreyacente a los basaltos en Quepos.

Sedimentary cover overlying basalts in Quepos.

Puerto Quepos



Desarrollo de brecha cataclástica en calizas pelágicas de la formación Calizas de Quepos.

Cataclastic breccia development in pelagic limestones of the Calizas de Quepos formation.



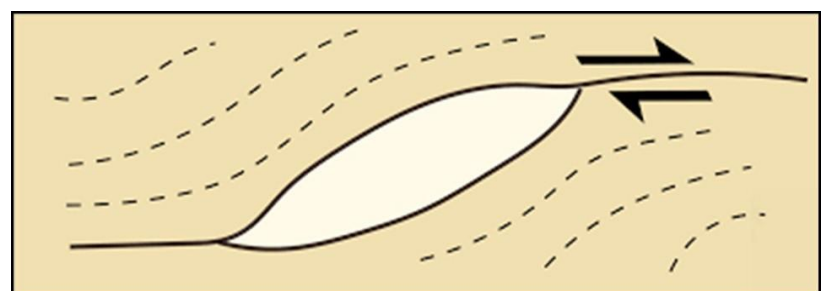
Pelagitas de las Calizas Quepos con alteración metasomática.

Pelagites from the Quepos Limestone with metasomatic alteration.



Frágiles estructuras S-C y clastos asimétricos que muestran un sentido de corte dextral.

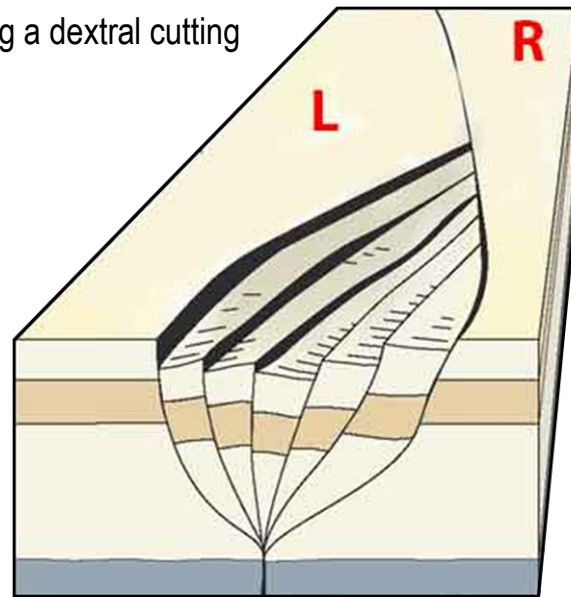
Fragile S-C structures and asymmetric clasts showing a dextral cutting sense.





Frágiles estructuras S-C y clastos asimétricos que muestran un sentido de corte dextral.

Fragile S-C structures and asymmetric clasts showing a dextral cutting sense.





Punta Quepos



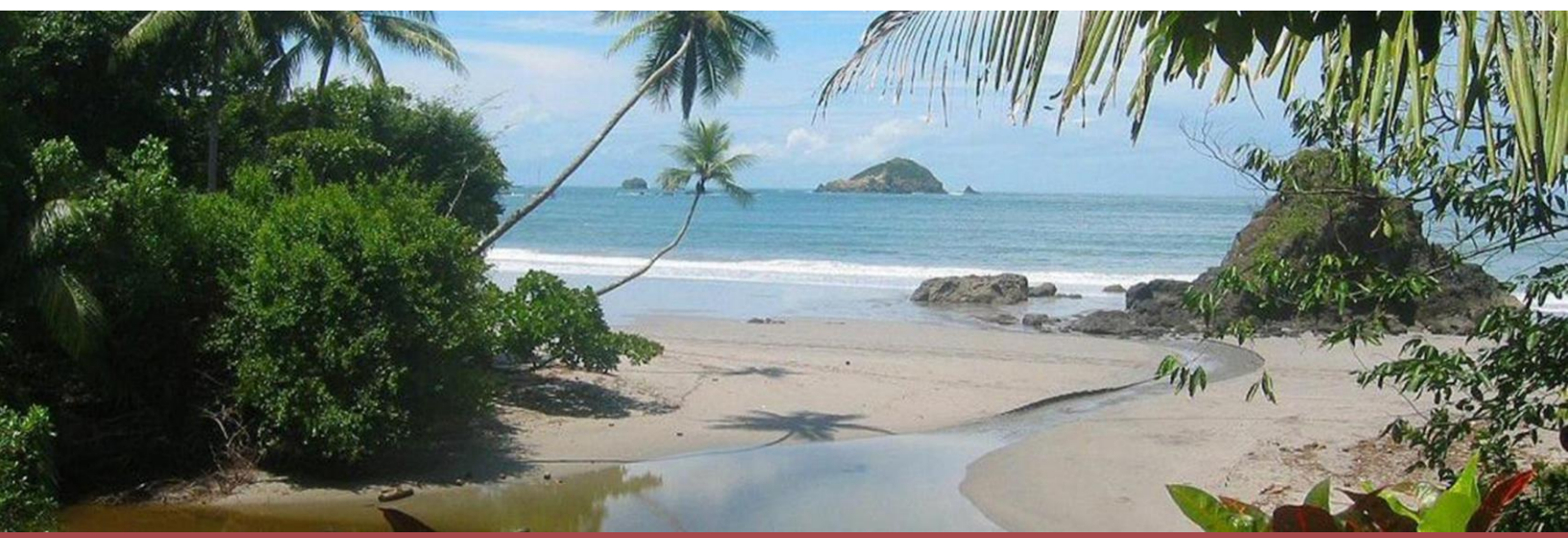


Microfallas en la hemipelagitas Formación Ario (Paleoceno Superior – Eoceno) en Punta Quepos.

Micro-faults in the Ario Formation (Upper Paleocene - Eocene) hemipelagites at Punta Quepos.



Calizas pelágicas rosadas de
Punta Quepos. Pink pelagic
limestones from Punta Quepos.



Punta Catedral



Punta Catedral
Parque Nacional Manuel Antonio
Quepos, Puntarenas





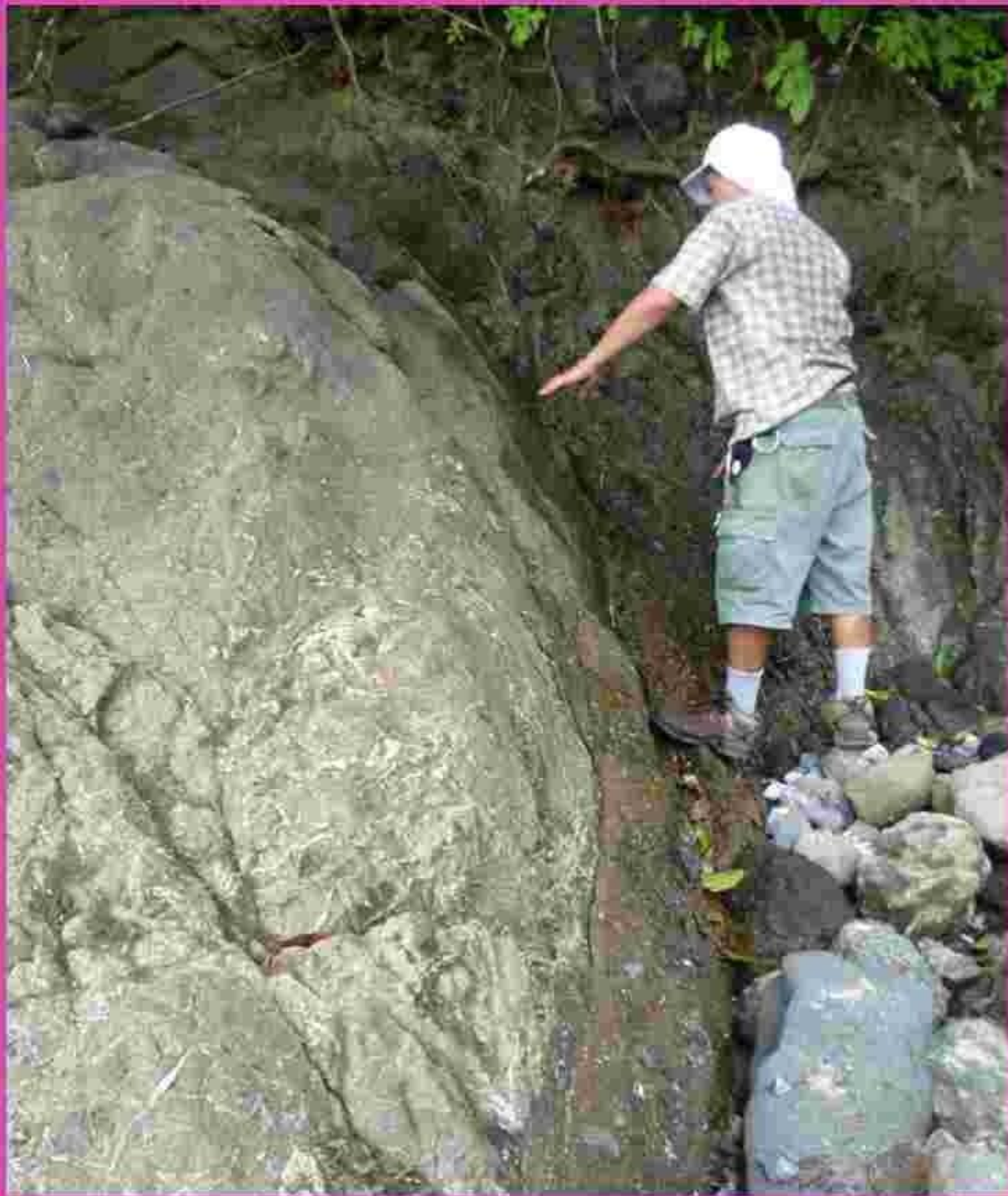
Salida norte del parque Manuel Antonio.

North exit from Manuel Antonio park.



Brecha de falla en Basaltos.

Basalt fault gap.



Zona de falla en Basaltos.

Basalt fault zone.



Warner looking at the basalts in Manuel Antonio



Estero salida del Parque.

Estuary leaving the Park.



Sonia y Luis Alonso en gira de Geología Histórica

Sonia y Luis Alonso by Historical Geology field trip



Puerto Escondido





Punta Serrucho



Islotes que conforman Punta Serrucho.

Islets that make up Punta Serrucho.



Detalle de un islote donde se observa una secuencia estratificada del miembro Punta Serrucho de la Formación Descartes.

Islet where a stratified sequence of the Punta Serrucho member of the Descartes Formation is observed

Referencias References

AGUILAR, T., 1984: Miembro Tranquerillas de la "Formación Térraba". –EN: Sprechman, P, (ed.), Manual de geología de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

ALVARADO, M.E., 1982: Estudios sedimentológicos en la Fm. Pacacua (Mioceno, CR).- 185 p. ECG - UCR [Tesis Lic.].

ALVARADO, G. & GANS, P., 2012: Síntesis geocronológica del magmatismo, metamorfismo y metalogenia de Costa Rica, América Central.- Rev. Geol. Amér. Central, 46: 7 - 122.

APPEL, H., WÖRNER, G., ALVARADO, G., RUNDLE, C & KUSSMAUL, S., 1994: Age relations in igneous rocks from C.R. Stuttgart, Profil, 7, 63 - 69.

ARIAS, O., 2000: Geología y petrología magmática del Bloque Herradura (Cretácico Superior- Eoceno, Costa Rica).- 186 p. UNILUnive.de Lausanne, Lausanne [Tesis Ph.D.].

ARIAS, O., 2003: Redefinición de la Formación Tulín (Maastrichtiano-Eoceno inferior) del Pacífico Central de Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 28: 47 - 68.

BAUMGARTNER, P.O, MORA, C., BUTTERLIN, J., SIGAL, J., GLACON, G., AZÉMA, J. & BOURGÖIS, J., 1984: Sedimentación y paleogeografía del Cretácico y Cenozoico del litoral pacífico de Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 1: 57 - 136.

BOLZ, A. & CALVO, C., 2002: Calizas Lutetianas del arco interno Paleógeno de Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 26: 7 - 24.

CALVO, G., 1987: Geología del Macizo del Chirripó, Cordillera de Talamanca.-37 p. Inf. Camp. Geol. ECG - UCR

CAMPOS, L., 2001: Geology and basins history of Middle Costa Rica: An intraoceanic island arc in the convergence between the Caribbean and the Central Pacific plate.- 138 p. Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten [Tesis Doctorado.].

CARBALLO, H. & FISCHER, R., 1978: La Fm. Sn Miguel (Mioceno, CR). Inf. Sem. IGN en.-jun. 1978: 45 - 144, SJ.

CONNOR, C.B. & CONWAY, F.M., 2000: Basaltic Volcanic Fields. –EN: Sigurdsson, H, (ed.), Enciclopedia of Volcanoes. Ed. AP, Rhode Island, EE.UU.

DENYER, P. & ARIAS, O., 1991: Estratigrafía de la región central de Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 12: 1 - 59.

DURÁN, P., 2013: Estudio volcano-estructural y sedimentario del melánge en el Promontorio de Quepos, Pacífico Central, Costa Rica.- 149 p. ECG-UCR [Tesis Lic.].

ECHANDI, E., 1981: Unidades volcánicas de la vertiente N de la cuenca del río Virilla.- 123 p. ECG - UCR [Tesis Lic.].

- FISCHER, R., 1985: La Fauna de la Formación Turrúcares (Mioceno, Valle Central, CR).- Rev. Geológica et Paleontológica, 19: 191 - 225.
- FISCHER, R. & FRANCO A., J.C., 1979: La Fm. Coris (Mioceno, Valle Central, CR). Inf. Sem. IGN en.-jun. 1979: 15 - 71, SJ.
- FRANCO, A., J.C., 1977: La Fm. Coris (Mioceno, Valle Central, CR).- 87 p. ECG - UCR [Tesis Lic.].
- GÓMEZ, A., 1984: Grupo volcánico Central. –EN: Sprechman, P, (ed.), Manual de geología de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- HAUFF, S.F., 1998: Age and geochemical contributions on the origin of oceanic basement complex in Costa Rica and Caribbean Large Igneous Province. - 155 págs. Christian-Albrechts-Univ. Kiel [Tesis Ph.D.].
- KUSSMAUL, S., 1988: Comparación petrológica entre el piso volcánico del Valle Central y la Cordillera Central de CR.- Rev. Ciencia y Tecnología 12 (1-2): 109 - 116.
- MACMILLAN, I., GANS, P.B., & ALVARADO, G., 2004: Middle Miocene to present plate tectonic history of the southern Central American Volcanic Arc. –Tectonophysics, 392: 325 - 348.
- NICHOLS, G., 2009: Sedimentology and Stratigraphy. - 419 p. Editorial Wiley-Blackwell. Oxford, U.K. OBANDO, L.G., 2011: Estratigrafía y tectónica de la parte NE de la hoja Dota (1:50000), Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 44: 71 - 82.
- PIZARRO, D., 1984: Formación Coris. –EN: Sprechman, P, (ed.), Manual de geología de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- RIVIER, S.F., 1979: Geología del área N de los Cerros de Escazú, Cordillera de Talamanca, CR. Inf. Sem. IGN en.-jun. 1979: 99 - 132 SJ.
- RIVIER, F. & CALVO, C., 1988: Terciario del sur del Valle Central: Sección estratigráfica del cerro Carraigres, provincia de San José, Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 9: 61 - 74.
- TUCKER, M., 2003: Sedimentary Rocks in the Field. - 234 p. Editorial John Wiley & Sons. West Sussex, U.K.
- ULLOA, A., AGUILAR, T., GOICOECHEA, C. & RAMÍREZ, R., 2011: Descripción, clasificación y aspectos geológicos de las zonas kársticas de Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 45: 53 - 74.
- VALVERDE, R., 1989: Investigación Geológico-Ambiental del Proyecto Tunel de Pejibaye, Cartago, Costa Rica.-138 p. ECG-UCR [Tesis Lic.].

Glosario

Abanico aluvial

Depósito de sedimentos en forma de abanico que se crean cuando la pendiente de una corriente fluvial cambia abruptamente.

Abanico submarino

Depósito en forma de abanico en la base del talud continental. El sedimento es transportado hasta el abanico por las corrientes de turbidez que discurren por los cañones submarinos.

Algas

Un grupo muy grande y diverso de organismos simples, típicamente autótrofos, que van desde formas unicelulares a pluricelulares, que pueden crecer hasta 50 metros de longitud. La mayoría son fotosintéticos.

Alteración hidrotermal

Cambios en las fases de las rocas o minerales que son causadas por la interacción de fluidos hidrotermales y rocas.

Alteración propilítica

Es la alteración química de una roca, causada por fluidos hidrotermales que contienen hierro y magnesio.

Andesita

Roca volcánica (o lava) de color gris característico, y que contiene de 54 a 62 por ciento de sílice y cantidades moderadas de hierro y magnesio.

Arenisca

Roca sedimentaria de tipo detrítico, de color variable, que contiene clastos de tamaño grueso, finos o medianos bien redondeados.

Arenisca guijarrosa

Una arenisca que contiene entre 10-20 % de guijarros.

Balanus

Balanus es un género de percebes de la familia Balanidae suborden de los crustáceos.

Bancos carbonatados

Es una forma más o menos linear dentro de o extendiéndose en un cuerpo de agua, compuesta de arena, limo o guijarros, de origen carbonatado.

Basalto

Roca ígnea de grano fino y composición máfica, es decir, con un alto contenido de hierro.

Basalto en almohadilla

Lavas basálticas solidificadas en un ambiente subacuático. Tienen una apariencia que se asemeja a almohadas apiladas.

Batimetría

Estudio de la profundidad marina, de la tercera dimensión de los fondos lacustres o marinos.

Bioturbación

Es el retrabajo de suelos y sedimentos por la acción de plantas y animales.

Brecha

Es un tipo de roca clástica que está compuesta de fragmentos angulares de minerales o rocas en una matriz. Hay diferentes tipos de brechas dependiendo del tipo de roca parental, por ejemplo, brecha tectónica, sedimentaria, de impacto, ígnea, etc.

Briozoos

Comúnmente conocidos como animales de musgo, son un filo de animales invertebrados acuáticos. Normalmente, de alrededor de 0,5 milímetros (0,020 pulgadas) de largo, son animales filtradores que filtran las partículas de comida del agua usando un lofóforo retráctil, que es una "corona" de tentáculos revestida de cilios excavado en la plataforma continental externa, talud y elevación continental por las corrientes de turbidez.

Caliza

Roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO₃), generalmente calcita.

Caliza bioclástica

Una caliza compuesta de fragmentos rotos de material orgánico (conchas, por ejemplo).

Cañon submarino

Extensión en dirección al mar de un valle que fue cortado en la plataforma continental durante una época en la que el nivel del mar era inferior, o un cañon.

Carbón bituminoso

La forma más común de carbón, a menudo denominada carbón negro blando.

Cemento

Material transportado por el agua, que se infiltra en los poros de los sedimentos y los rellena progresivamente.

Ceniza

Partículas finas de rocas pulverizadas resultado de una chimenea explosiva. Midiendo menos de 1/10 de pulgada de diámetro, la ceniza puede ser sólida o fundida cuando es expulsada. Sin duda la variedad más común es la ceniza vítrea (partículas vídrias formadas por burbujas de gas reventando en el magma líquido).

Ceolitas

Son minerales aluminosilicatos microporosos, comúnmente utilizados como adsorbentes comerciales.

Clasto (s)

Partículas de rocas pre-existentes.

Conglomerado

Roca sedimentaria de tipo detrítico formada por cantos redondeados de otras rocas unidos por un cemento.

Corales

Invertebrados marinos de la clase Anthozoa, phylum Cnidaria, que vive típicamente en colonias compactas de muchos "pólipos" individuales e idénticos. El grupo incluye a importantes constructores de arrecifes que habitan los océanos tropicales y secretan carbonato de calcio para formar un esqueleto duro.

Corrientes de turbidez

Densa masa de agua cargada de sedimentos creada cuando se ponen en suspensión arena y lodo removilizado de la plataforma y talud continental.

Cortinas

Láminas delgadas de depósitos de travertinos.

Dacita

Roca volcánica (o lava) que característicamente es de color claro y contiene 62 a 69 por ciento de sílice y cantidades moderadas de sodio y potasio.

Delta

Es una forma de relieve que se ha creado en la desembocadura de un río, donde el río desemboca en el océano, el mar, estuario, lago, embalse, zona plana y árida, u otro río.

Depósitos

Concentración de materia mineral o sedimentos en una capa, veta, o vesícula.

Deslizamiento

Un deslizamiento es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud.

Dique

Intrusión ígnea de forma tabular que atraviesa la roca encajante.

Discordancia

Es una superficie de erosión enterrada separando dos masas de roca o estratos de edades diferentes, lo que indica que la deposición de sedimentos no fue continua.

Erosión

Incorporación y transporte de material por un agente dinámico, como el agua, el viento y el hielo.

Esponja

Son animales marinos del phylum Porifera (que significa "portador de poros"). Son organismos multicelulares que tienen cuerpos llenos de poros y canales que permiten que el agua circule a través de ellos.

Estratificación

Disposición en capas producida por la depositación de sedimentos.

Estratificación cruzada

Se manifiesta principalmente como láminas inclinadas dentro de un estrato. Son producidas en ambientes como dunas, playas, deltas, entre otros.

Estratificación cruzada tipo Hummocky

Es un tipo de estructura sedimentaria formada por la acción de grandes tormentas, como por ejemplo hurrcanes. Tienen la forma de una serie de estructuras parecidas a “sonrisas”, entrecruzándose una a la otra.

Estratificación paralela

Se manifiesta principalmente como láminas paralelas dentro de un estrato. Son producidas en ambientes como deltas, lagos, playas, entre otros.

Estratigrafía

Rama de la geología que estudia las capas de roca y estratificación. Se utiliza sobre todo en el estudio de las rocas sedimentarias y rocas volcánicas en capas.

Estratotipo

Referencia original o designada, de una unidad estratigráfica o límite estratigráfico, que se identifica como un intervalo o punto específico en una sucesión de estratos, y que constituye el patrón o modelo para definir y reconocer la unidad o límite estratigráfico.

Equinodermos

Los equinodermos (Filo Echinodermata del griego, echinos - “erizo” y, derma - “piel”) son un filo de animales marinos. Los adultos son reconocibles por su simetría radial (por lo general de cinco puntos), e incluyen animales tan conocidos como las estrellas de mar, erizos de mar y pepinos de mar.

Facies

Porción litológica que posee un conjunto distintivo de características que la distingue de otras partes de la misma unidad.

Falla

Es una fractura planar en una roca en la que las rocas de un lado de la fractura se ha movido con respecto a las rocas del otro lado.

Falla normal

También llamada falla extensional, es una falla que es extendida en una dirección vertical de manera que el bloque superior se mueve hacia abajo con respecto al bloque inferior.

Falla inversa

Formada cuando el bloque superior se mueve hacia arriba con respecto al bloque inferior. Las fuerzas que crean este tipo fallas son compresivas, presionando ambos lados uno hacia el otro.

Falla de rumbo

Tienen paredes que se mueven a los lados, no lo hacen ni arriba ni hacia abajo. El desplazamiento ocurre a lo largo del rumbo de la falla. Las fallas de rumbo son dextrales o sinestrales, Eso significa que alguien que esté cerca de la traza y esté mirando hacia el otro lado, vería que ese lado se mueve a la derecha o a la izquierda, respectivamente.

Fluido hidrotermal

Son fluidos que han estado en la vecindad de fuentes de calor dentro de la corteza terrestre, generalmente cerca de actividad volcánica.

Flujo de ceniza

Una mezcla turbulenta de gas y fragmentos de roca, los cuales son la mayoría de tamaño de ceniza, eyectados violentamente de un cráter o fisura. La masa de piroclastos es normalmente de muy alta temperatura y se mueve rápidamente en las pendientes o incluso a nivel de superficie.

Flujo de derrubios

Flujo de suelo y regolito que contiene una gran cantidad de agua. Es muy habitual en las regiones montañosas semiáridas y en las laderas de algunos volcanes.

Flujo piroclástico

Flujo lateral de una mezcla turbulenta de gases calientes y material piroclástico no seleccionado (fragmentos volcánicos, cristales, ceniza, y esquirlas de vidrio) que puede moverse a grandes velocidades (de 50 a 100 millas por hora). El término también puede referirse a un depósito así formado.

Fósil

Restos o señales de la actividad de organismos pretéritos.

Fracturas

Cualquier rotura longitudinal de la roca sin que haya habido movimiento apreciable.

Fracturas en-échelon

El término “en échelon” se refiere a características estructurales menores en rocas (fallas, fracturas), muy juntas, paralelas o subparalelas, una encima de la otra o escalonadas, que se encuentran oblicuas a la tendencia estructural general.

Fuente termal

Manantial en el cual la temperatura es de 6-9 ° C más caliente que la temperatura anual media del aire de su localidad

Gabro

Gran grupo de rocas intrusivas máficas, oscuras y de grano grueso.

Geología física

Rama de la geología que estudia a la tierra tal como se encuentra actualmente; asimismo, estudia los procesos que están afectando y modificando la superficie terrestre.

Geología histórica

Estudia la historia de la tierra, es decir, su evolución en el transcurso del tiempo: la distribución de tierras y mares en los periodos geológicos pasados.

Geología tectónica

Estudio de la deformación de las rocas que forman la corteza terrestre y las fuerzas que producen tal deformación.

Geomorfología

El estudio científico de las formas terrestres y los procesos que les dan forma.

Graben

Valle formado por el hundimiento de un bloque limitado por fallas.

Ignimbrita

Roca formada por la depositación extendida y consolidación de flujos de ceniza y Nuées Ardentes. El término era aplicado originalmente a depósitos densamente soldados pero ahora incluye también depósitos no soldados.

Laguna

Una laguna es un cuerpo de agua poco profundo separado de un cuerpo de agua más grande por islas barrera o arrecifes.

Laminación

Secuencia de capas finas, que ocurre en rocas sedimentarias, análogas a la estratificación, pero a pequeña escala.

Laminación cruzada

Secuencia de capas finas, que ocurre en rocas sedimentarias, análogas a la estratificación cruzada, pero a pequeña escala.

Laminación paralela

Secuencia de capas finas, que ocurre en rocas sedimentarias, análogas a la estratificación paralela, pero a pequeña escala.

Lapiaz

Es un surco u oquedad de dimensiones pequeñas o medianas, formado por la acción del agua, en la superficie de las calizas .

Laterita

Tipo de suelo rojo intensamente lixiviado presente en los Trópicos, que es rico en óxidos de hierro y aluminio.

Lavas en almohadilla

Lava basáltica solidificada bajo el agua. Se parecen a almohadas apiladas.

Litología

Estudio de las rocas, y las condiciones en las que se forman.

Lodolita

Una roca sedimentaria de grano fino cuyos componentes originales eran arcillas y lodos.

Lutita

Roca detrítica, es decir, formada por detritos, y está integrada por partículas del tamaño de la arcilla y del limo.

Lutita bituminosa

Roca que contienen restos de alquitrán, betún, asfalto, petróleo o carbón.

Macroalgas

En los términos más simples, las macroalgas son algas fotosintéticas con grandes células.

Metamorfismo

Cambios en la composición mineral y textura de una roca sometida a elevadas temperaturas y presiones en el interior de la Tierra.

Metamorfismo de contacto

Cambios en la roca causados por el calor procedente de un cuerpo magmático próximo.

Meteorización

Desintegración y descomposición de una roca en la superficie terrestre o en un lugar próximo a ella.

Micrita

Calcita microcristalina, de matriz de grano muy fino en rocas carbonatadas.

Mineral

Un sólido de origen natural formado a través de procesos geológicos que tiene una composición química característica, una estructura atómica altamente ordenada, y propiedades físicas específicas.

Molusco

Comprenden el gran filo de animales invertebrados conocidos como el filo Mollusca. Se reconocen alrededor de 85,000 especies vivientes de moluscos. Los moluscos son el filo marino más grande, comprendiendo alrededor de 23% de todos los organismos marinos conocidos. Numerosos moluscos también viven en agua dulce y hábitats terrestres.

Nódulo

Una masa mineral que tiene una composición diferente, o es más resistente a la meteorización que la roca circundante. Estos son normalmente de forma redondeada.

Núees Ardentes

Un término francés aplicado a masas altamente calentadas de gases, cargadas de cenizas, que es expulsada con fuerza explosiva y se mueve a velocidad de huracán.

Ondulitas

Son estructuras que indican agitación por el agua (corriente u olas) o el viento.

Paleontología

Ciencia que estudia e interpreta el pasado de la vida sobre la Tierra a través de los fósiles.

Pécten

Pécten es un género de grandes vieiras o almejas de agua salada, moluscos bivalvos marinos de la familia Pectinidae.

Pedernal

Roca sedimentaria constituida por sílice amorfo (SiO₂) o criptocristalino. Se encuentra en color negro o en tonos oscuros de azul, gris o pardo, con una apariencia vítrea en superficies frescas.

Pelagita

Roca sedimentaria formada por acumulación en mar abierto, que consiste primordialmente en partes de

esqueletos de organismos planctónicos.

Petrogénesis

Rama de la petrología que se ocupa del origen de las rocas.

Petrografía

Es la rama de la petrología, que se centra en la descripción detallada de las rocas.

Petrología

Es el estudio de las rocas, y las condiciones en las que forman.

Piroclástico

Propio de materiales rocosos fragmentados (clástico) formados por una explosión volcánica o eyección de una chimenea volcánica.

Plataforma continental

La zona sumergida de suave pendiente del margen continental que se extiende desde la línea litoral hasta el talud continental.

Playa

Acumulación de sedimentos que se encuentra a lo largo del borde continental del océano o de un lago.

Pliegue

Es cuando una o varias superficies originalmente planares, como por ejemplo estratos sedimentarios, están doblados o curvados como resultado de deformación de tipo plástica.

Pluma del manto (o punto caliente)

Las corrientes convectivas dentro del manto terrestre producen a veces unas plumas de magma más caliente que asciende hasta entrar en contacto con la corteza terrestre donde su elevada temperatura funde esta, creando fenómenos ígneos que en caso de alcanzar la superficie dan lugar a volcanes de naturaleza más o menos basáltica.

Porosidad

Es la razón entre el volumen de poros en una roca y su volumen total.

Reptación

Movimiento lento ladera abajo de la capa de suelo.

Roca

Es un agregado sólido natural de minerales y / o mineraloides.

Rocas extrusivas

Veáse rocas ígneas.

Rocas hipoabisales

Una intrusión somera de magma, o la roca solidificada resultante.

Rocas ígneas

Se forman cuando la roca (magma), se enfría y solidifica, con o sin cristalización, bajo la superficie como rocas intrusivas (plutónicas), ó en la superficie como rocas extrusivas (volcánicas).

Rocas intrusivas

Veáse rocas ígneas

Rocas metamórficas

Es el resultado de la transformación de una roca preexistente, el protolito, en un proceso llamado metamorfismo, que significa “cambio de forma”. El protolito se somete a calor y presión (temperaturas mayores de 150 a 200 ° C y presiones de 1.500 bares) causando profundos cambio físico-químicos.

Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias se forman por la depositación y consolidación de minerales y/o material orgánico, y también por la precipitación de minerales en solución.

Rocas volcanoclásticas

Roca compuesta de material volcánico que ha sido transportado y retrabajado mecánicamente, a través de agentes como por ejemplo el viento o el agua.

Tajo

Es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o agregados.

Talud continental

Cuesta empinada que se dirige hacia el fondo oceánico profundo y marca el borde mar adentro de la plataforma continental.

Thalassinoides

Es una madriguera ramificada (con ramas en forma de Y o

T), con redes horizontales, oblicuas o verticales, con una forma similar a una caja, y ampliaciones en los cruces de algunas de las ramas. Thalassinoides se interpreta como una madriguera combinada de alimentación y vivienda, pero se ha observado como una perforación en algunos casos. El creador probable de la traza fue un artrópodo.

Toba

Se trata técnicamente de una roca sedimentaria. formada por la acumulación de ceniza volcánica, pómez y/o escoria.

Trazas fósiles

También llamadas icnofósiles, geológicos de actividad biológica.

Travertino

Es un depósito de carbonato de calcio formado generalmente en ríos o quebradas, que generalmente tiene forma laminada.

Turbidita

Formación geológica que se deposita durante una corriente turbidítica.

Vacuola

Una cavidad redondeada dentro de una roca formada durante la solidificación, por la expansión de gases presentes en el magma.

Glossary

Algae

A very large and diverse group of simple, typically autotrophic organisms, ranging from unicellular to multicellular forms, that may grow up to 50 meters in length. Most are photosynthetic.

Alluvial fan

Fan shaped deposits created when the slope of a water current changes abruptly.

Andesite

Volcanic rock (or lava) characteristically medium dark in color and containing 54 to 62 percent silica and moderate amounts of iron and magnesium.

Ash

Fine particles of pulverized rock blown from an explosion vent. Measuring less than 1/10 inch in diameter, ash may be either solid or molten when first erupted. By far the most common variety is vitric ash (glassy particles formed by gas bubbles bursting through liquid magma).

Ash Flow

A turbulent mixture of gas and rock fragments, most of which are ash-particles, violently ejected from a crater or fissure. The mass of pyroclastics is normally of very high temperature and moves rapidly down the slopes or even along a level surface.

Balanus

Balanus is a genus of barnacles in the family Balanidae of the subphylum Crustacea.

Basalt

Fine-grained igneous rock of mafic composition, i.e. with a high iron content.

Bathymetry

Is the study of underwater depth of the third dimension of lake or ocean floors.

Beach

Accumulation of sediment found along the continental edge of the ocean or a lake.

Bioclastic limestone

A limestone composed of broken fragments of organic material (shells for example).

Bioturbation

Is the reworking of soils and sediments by animals or plants.

Bituminous coal

The most common form of carbon, often called soft black carbon.

Bituminous shale

Rock that contains traces of tar, bitumen, asphalt, petroleum or coal.

Breccia

Is a type of clastic rock that is made up of angular fragments of minerals or rocks in a matrix form. There are different types of breccias depending on the type of its parent rock, like tectonic breccias, sedimentary breccias, impact breccias, igneous breccias, etc.

Bryozoa

Commonly known as moss animals, are a phylum of aquatic invertebrate animals. Typically about 0.5 millimetres (0.020 in) long, they are filter feeders that sieve food particles out of the water using a retractable lophophore, a "crown" of tentacles lined with cilia.

Carbonate shoals

Is a somewhat linear landform within or extending into a body of water, typically composed of sand, silt or small pebbles, of carbonate origin.

Cement

Material transported by water that infiltrates into the pores of sediments and gradually fills them.

Clast (s)

Particles of pre-existing rocks.

Contact metamorphism

Changes in rocks caused by heat from a nearby magmatic body.

Continental shelf

The gently sloping submerged area of the continental margin extending from the shoreline to the continental slope.

Contact metamorphism

Changes in rocks caused by heat from a nearby magmatic body.

Continental shelf

The gently sloping submerged area of the continental margin extending from the shoreline to the continental slope.

Continental slope

Steep slope directed towards the deep ocean floor and that marks the seaward edge of the continental shelf.

Corals

Marine invertebrates in class Anthozoa of phylum Cnidaria typically living in compact colonies of many identical individual "polyps". The group includes important reef builders that inhabit tropical oceans and secrete calcium carbonate to form a hard skeleton.

Cross lamination

A sequence of thin layers, that occurs in sedimentary rocks, similar to cross-bedding, but on a much smaller scale.

Cross stratification

Cross stratification is commonly manifested as inclined laminae inside a stratum. These types of structures are produced in environments such as dunes, beaches, deltas, among others.

Creep

Slow and gradual downslope movement of the soil layer.

Dacite

Volcanic rock (or lava) that characteristically is light coloured and contains 62 to 69 percent silica and moderate amounts of sodium potassium.

Debris flow

Regolith and soil mass flow that contains a large amount of water. It is very common in semi-arid and mountainous regions, and on the slopes of some volcanoes.

Deep-sea fan

Fan-shaped deposits at the base of the continental slope. The sediment is transported to the fan by turbidity

Delta

Is a landform that is created at the mouth of a river where that river flows into an ocean, sea, estuary, lake, reservoir, flat arid area, or another river.

Deposit

A concentration of mineral matter or sediment in a layer, vein, or pocket.

Dike

Tabular igneous intrusion that cut across the surrounding rock.

Draperies

Thin sheets of travertine deposits.

Erosion

Is the incorporation and transport of material by a dynamic agent, such as water, wind or ice.

Echinoderms

Members of the phylum Echinodermata (from Greek, echinos – "hedgehog" and, derma – "skin") are a phylum of marine animals. The adults are recognizable by their (usually five-point) radial symmetry, and include such well-known animals as starfish, sea urchins, sand dollars, and sea cucumbers.

En-echelon fractures

The term 'en echelon' refers to closely-spaced, parallel or subparallel, overlapping or step-like minor structural features in rocks (faults, fractures), which lie oblique to the overall structural trend.

Extrusive rocks

See igneous rocks.

Facies

Portion of a lithologic unit that has a distinctive set of characteristics that distinguishes it from other parts of the same unit.

Fault

Is a planar fracture in a rock in which the rock on one side of the fracture has moved with respect to the rock on the other side.

Flintstone

Sedimentary rock composed of amorphous or cryptocrystalline silica (SiO₂). It can be black or dark or blue, gray or brown, with a glassy appearance on fresh surfaces

Fold

Is when one or a stack of originally flat and planar surfaces, such as sedimentary strata, are bent or curved as a result of plastic deformation.

Fossil

Are the preserved remains or traces of animals, plants, and other organisms from the remote past.

Fractures

Any longitudinal breakage of a rock without signs of an appreciable movement.

Gabbro

Large group of dark, coarse-grained, intrusive mafic igneous.

Geomorphology

Scientific study of landforms and the processes that shape them.

Graben

A type of valley formed by the sinking of a fault bounded block.

Historical geology

The study of the history of the earth, that is, its evolution over time: the distribution of lands and seas in the geological past.

Hot spring

Spring in which the temperature is 6-9 ° C warmer than the mean annual air temperature of its location.

Hummocky cross-stratification

Is a type of sedimentary structure formed by the action of large storms, such as hurricanes. It takes the form of a series of "smile"-like shapes, crosscutting each other.

Hydrothermal alteration

Rock or mineral phase changes that are caused by the interaction of hydrothermal fluids and wall rock.

Hydrothermal fluids

Are fluids that have been in the vicinity of heat sources within the Earth's crust, commonly near volcanic activity.

Hypabissal rock A shallow intrusion of magma or the resulting solidified rock.

Igneous rocks

Igneous rocks are formed when magma (molten rock) gets cooled and solidified. They may form with or without crystallization, either below the surface as intrusive (plutonic) rocks or on the surface as extrusive (volcanic) rocks.

Ignimbrite

Rock formed by the widespread deposition and consolidation of ash flows and Nuées Ardentes. The term was originally applied only to densely welded deposits but now includes non-welded deposits.

Intrusive rocks

See igneous rocks.

Lagoon

A lagoon is a shallow body of water separated from a larger body of water by barrier islands or reefs.

Lamination

A sequence of thin layers, that occurs in sedimentary rocks, similar to stratification, but on a much smaller scale.

Laterite

Is an intensely leached, red coloured soil, typical of tropical areas, characterized by great amounts of iron and aluminum oxides.

Lapiaz

Is a groove or recess, small to medium sized, formed by the action of water on the surface of limestones.

Lava

Lava is molten magma that is discharged through fissures or volcanic vents.

Limestone

A sedimentary rock composed largely of the mineral calcite (calcium carbonate: CaCO₃).

Lithology

Study of rocks, and the conditions in which they form.

Macroalgae

In the simplest terms, macroalgae are large-celled, photosynthetic algae.

Mantle hotspots (or mantle plume)

Convective currents within the mantle sometimes produce

hotter than normal magma plumes that rise until they reach the earth's crust which gets melted by its high temperatures, creating igneous phenomena that in the case of reach of the surface, result in volcanoes of a more or less basaltic composition.

Metamorphics rocks

Is the result of the transformation of an existing rock type, the protolith, in a process called metamorphism, which means "change in form". The protolith is subjected to heat and pressure (temperatures greater than 150 to 200 °C and pressures of 1500 bars) causing profound physical and/or chemical change.

Metamorphism

Changes in the mineral composition and texture of a rock subjected to elevated temperatures and pressures within the Earth.

Micrite

Very fine grained microcrystalline calcite matrix on some carbonate rocks.

Mineral

A naturally occurring solid formed through geological processes that has a characteristic chemical composition, a highly ordered atomic structure, and specific physical properties.

Molluscs

Compose the large phylum of invertebrate animals known as the phylum Mollusca. Around 85,000 extant species of molluscs are recognized. Molluscs are the largest marine phylum, comprising about 23% of all the named marine organisms. Numerous molluscs also live in freshwater and terrestrial habitats.

Mudstone

A fine grained sedimentary rock whose original constituents were clays or muds.

Nodule

A mineral mass that has a different composition or is more weathering resistant than its surrounding rock. These are normally rounded in shape.

Normal fault

Also called extensional fault, is a fault that is extended in a vertical direction such that the upper block is moved downwards with respect to the footwall.

Nuées Ardentes

A french term applied to a highly heated mass of gas-charged ash which is expelled with explosive force and moves at hurricane speed down the mountainside.

Paleontology

Science that studies and interprets past life on Earth through fossils.

Parallel lamination

A sequence of thin layers, that occurs in sedimentary rocks, similar to parallel stratification, but on a smaller scale.

Parallel stratification

Parallel stratification is commonly manifested as parallel laminae inside a stratum. These types of structures are produced in environments such as lakes, beaches, deltas, among others.

Pebbly sandstone

A sandstone that contains 10-20 % pebbles.

Pecten

Pecten is a genus of large scallops or saltwater clams, marine bivalve molluscs in the family Pectinidae.

Pelagite

Sedimentary rock formed by accumulations in the open sea, which consists primarily of parts of skeletons of planktonic organisms.

Petrogenesis

A branch of petrology dealing with the origin of rocks. Petrography is that branch of petrology which focuses on detailed descriptions of rocks.

Petrology

Is the study of rocks, and the conditions in which they form.

Physical Geology

Branch of geology that studies the earth at its current form, it also examines the processes that are affecting and changing the earth's surface.

Pillow lavas

Basaltic lava solidified underwater. They resemble stacked pillows.

Propylitic alteration

Is the chemical alteration of a rock, caused by iron and magnesium bearing hydrothermal fluids.

Porosity

Is the ratio of the pore volumen of a rock, to its total volume.

Pyroclastic

Pertaining to fragmented (clastic) rock material formed by a volcanic explosion or ejection from a volcanic vent.

Pyroclastic flow

Lateral flowage of a turbulent mixture of hot gases and unsorted pyroclastic material (volcanic fragments, crystals, ash, pumice, and glass shards) that can move at high speed (50 to 100 miles an hour). The term also can refer to the deposit so formed.

Quarry

Is a mine, usually an open pit on which are obtained industrial or ornamental rocks, or aggregates.

Reverse fault

Formed when the upper block moves up with respect to the lower block. The forces that create reverse faults are compressional, pushing the sides together.

Ripple marks

Are structures that indicate agitation by water (current or waves) or wind.

Rock

Is a naturally occurring solid aggregate of minerals and/or mineraloids.

Sandstone

Type of detrital sedimentary rock, varying in color, containing coarse, medium or fine sized clasts, and well-rounded.

Sedimentary rocks

Sedimentary rocks are formed by deposition and consolidation of mineral and organic material and from precipitation of minerals from solution.

Shale

Detrital rock, i.e., formed by debris, composed of clay and silt sized particles.

Slide

A slide is a type of shift or movement of a land mass, caused by the instability of a slope.

Sponges

Are marine animals of the phylum Porifera (meaning "pore bearer"). They are multicellular organisms that have bodies full of pores and channels allowing water to circulate through them.

Stratification

Layering by sediment deposition.

Stratigraphics

A branch of geology, that studies rock layers and layering (stratification). It is primarily used in the study of sedimentary and layered volcanic rocks.

Stratotype

Original reference or designated stratigraphic unit or stratigraphic boundary, that is identified as an interval or point in a succession of strata, which constitutes the pattern or model to define and recognize the unit or stratigraphic boundary.

Strike

slip fault Have walls that move sideways, not up or down. That is, the slip occurs along the strike, not up or down the dip. Strike-slips faults are either rightlateral or left-lateral. That means someone standing near the fault trace and looking across it would see the far side move to the right or to the left, respectively.

Submarine canyon

Seaward extension of a valley that was cut into the continental shelf during a time of lower sea level, or a canyon carved into the outer continental shelf, slope and continental rise by turbidity currents.

Tectonic Geology

Study of the deformation of the rocks that make up the Earth's crust and the forces that produce such deformation.

Thalassinoides

Is a branching burrow (Y- or T-shaped branches) with either horizontal, oblique, or vertical box-like networks and enlargements at junctions between some branches. Thalassinoides is interpreted as a combined feeding and dwelling burrow, but has been observed as a boring in some cases. The probable tracemaker was an arthropod.

Trace fossil

Also called ichnofossils, are geological records of biological activity.

Travertine

Is a calcium carbonate deposit often formed in creeks or rivers, its nature is laminated.

Tuff

Tuff is technically a sedimentary rock formed by the accumulation ash, pumice and/or scoria.

Turbidite

Geological formation that is deposited by turbidity currents.

Turbidity currents

Dense mass of sediment-laden water created when remobilized sand and mud of the continental shelf and slope are suspended.

Unconformity

Is a buried erosion surface separating two rock masses or strata of different ages, indicating that sediment deposition was not continuous.

Vacuole (vesicle)

A rounded cavity within a rock formed during solidification

by expansion of the gases present in the magma.

Volcaniclastic rock

Rock composed of volcanic material that has been transported and reworked through mechanical action, such as by wind or water.

Weathering

Disintegration and decomposition of a rock at the surface or close to it.

Zeolites

Microporous, aluminosilicate minerals commonly used as commercial adsorbents.

Agradecimientos

Aknowledgments

Se agradece a la Vicerrectoría de Acción Social por la concesión de uno de los premios del Fondo Concursable 2008 al proyecto ED-2432 “Geología de Carreteras del Noroeste de Costa Rica”, mediante el cual ha sido posible publicar la primera Guía Geoturística de carretera del país en sus dos formatos, el presente en versión virtual y la versión impresa. En especial, el profundo agradecimiento a la Dra. María Pérez, Vicerrectora de Acción Social de la Universidad de Costa Rica, por su apoyo a esta idea de difundir el patrimonio natural geológico del país y promover la geoconservación mediante los programas de extensión docente ED-2432 y ED1505 “Rutas Geoturísticas de Costa Rica”.

Thanks to the Vice-Chancellorship of Social Action for the award of one of the prizes of the 2008 Concursible Fund to the project ED-2432 “Road Geology of the Northwest of Costa Rica”, through which it has been possible to publish the first Road Geotourism Guide of the country in its two formats, the present in virtual version and the printed version. Special thanks to Dr. María Pérez, Vice Chancellor of Social Action of the University of Costa Rica, for her support of this idea of disseminating the country’s geological natural heritage and promoting geo-conservation through teacher extension programs ED- 2432 and ED1505 “Geotouristic Routes of Costa Rica”.

