

# EL CUATERNARIO DE LAS GUAYANAS

Martín H. Iriondo

## RESUMEN

Las Guayanas constituyen una unidad natural de primer orden en el continente sudamericano. Están formadas por tres países que comparten los mismos sistemas geológicos cuaternarios: El escudo y la planicie costera. El escudo forma un paisaje antiguo dominado por un paisaje de colinas redondeadas en su mayor parte y cerros relicto ("tepuy") aislados; la cobertura cuaternaria es delgada e incluye campos de arena eólica de gran tamaño. La planicie costera está formada por depósitos continentales y litorales. En los períodos de bajo nivel del mar del Pleistoceno se acumularon sedimentos fluviales provenientes del escudo; durante las fases de altos niveles marinos (incluido el actual) se produce la deriva litoral de los sedimentos amazónicos hacia el norte y noroeste en forma de grandes bancos de barro y cheniers, los cuales acumulan fajas de materiales finos y medianos que se extienden desde la boca del Amazonas hasta el delta del río Orinoco.

El paisaje de colinas redondeadas (tipo "media naranja") está bien desarrollado en el área del lago Brokopondo (Surinam) y en Les Nourages (Guayana Francesa). Las colinas están separadas por valles planos con relleno holoceno, donde se han obtenido fechados de 3.000 a 1.500 años A.P. Todo ese paisaje está ubicado a menos de 2000 metros de altura sobre el nivel del mar. La faja litoral más representada tiene edad holocena, y corresponde a la ingresión hypsithermal. En Surinam se la denomina formación Demerara, que se apoya y superpone parcialmente a la formación pleistocena Coropina, parcialmente erosionada por procesos costeros.

## ABSTRACT

The Guayanas are a first-order natural unit of South America. Such a unit is composed of three countries (Guyana, Suriname and French Guiana), covering *circa* 500,000 square kilometers in the north of the continent, located in equatorial and tropical regions of the North Hemisphere. Two major Quaternary systems form the Guayanas: The Littoral Plain and the polygenetic cover of the Proterozoic Guayana Shield. The shield constitutes about the 80 % of the total surface; it forms a landscape of convex round hills separated with narrow flat valleys which include

Holocene sediments. Those sediments suggest a dry climate and were dated between 3,000 and 1,500 years B.P. Such a landscape is located at low altitudes (under 200 m.a.s.l.). Isolated relictual mountains, named "tepuy" in the neighboring Venezuela, compose less than 10 % of the territory. Typical areas of rounded hills are Brokopondo in Surinam and Les Nourages in the French Guiana.

The Littoral Plain was constructed by sediments of local rivers during periods of low sea level and by the littoral drift of Amazonic muds and sand during high levels of the sea, which extend from the Amazon mouth until the Orinoco delta in Venezuela. The better preserved unit is the Demerara Formation, mid-Holocene in age. Demerara Fm overlies the Pleistocene Coropina Fm, sedimented under dry climatic conditions.

## INTRODUCCIÓN

Esta contribución forma parte del Proyecto Tabla de Correlación Estratigráfica de Sudamérica, desarrollado por el Grupo de Estudio del Cuaternario (GEC) que representa a esta región en la Unión Internacional de Estudio del Cuaternario (INQUA) y está destinado a redactar un esquema actualizado de los conocimientos geológicos de este Período en el continente.

## I – EL CUATERNARIO Y SUDAMÉRICA

El escenario general del Cuaternario en el norte de Sudamérica está dominado por tres factores fundamentales: El transporte de sedimentos por y desde los mega-abanicos andinos; la producción de sedimentos del Escudo de las Guayanas; y la deriva antihoraria de los sedimentos amazónicos a lo largo de la plataforma atlántica.

El río Amazonas descarga entre 1.100 y 1.300 millones de toneladas anuales de sedimentos al océano Atlántico (Meade, 1994) junto con 232 millones de toneladas de sales disueltas (Gibbs, 1976); la mayor parte de dichos sedimentos son de origen andino. Durante los períodos glaciales, con bajos niveles del mar, la costa migra hasta cerca del talud continental y los sedimentos se depositan en la planicie abisal, formando un cono submarino. En los niveles altos interglaciales como el actual, cuando la masa sedimentaria alcanza el mar no se

derrama hacia el fondo del océano, sino que es transportada a lo largo de la costa sobre la plataforma interior hacia el noroeste, en sentido antihorario (Nittrouer y de Master, 1986; Iriondo, 1999 y 2010) (Fig. 1). La mayor parte del transporte ocurre en profundidades entre cero y 40 metros, la concentración puede llegar hasta 100 partes por millón en dicha faja, que mide entre 20 y 40 kilómetros de ancho (Froidefront et al., 1988). También La composición mineralógica de las arenas de la plataforma en los alrededores de la boca del Amazonas (Barreto et al., 1975) es uno de los datos que confirma esta dinámica (Fig. 2).

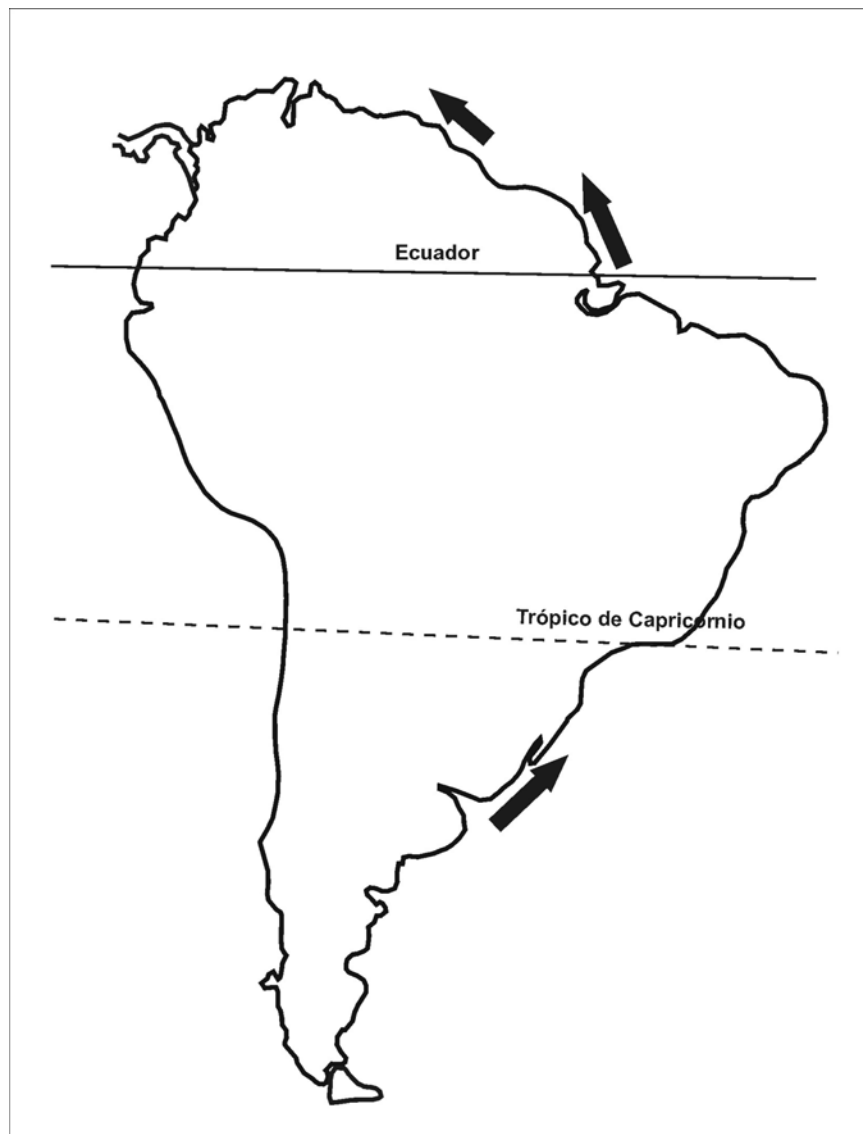


Fig. 1 - Deriva general de los sedimentos a lo largo de la plataforma atlántica sudamericana en los períodos de alto nivel del mar (Según Iriondo, 1999; Argollo e Iriondo, 2008).

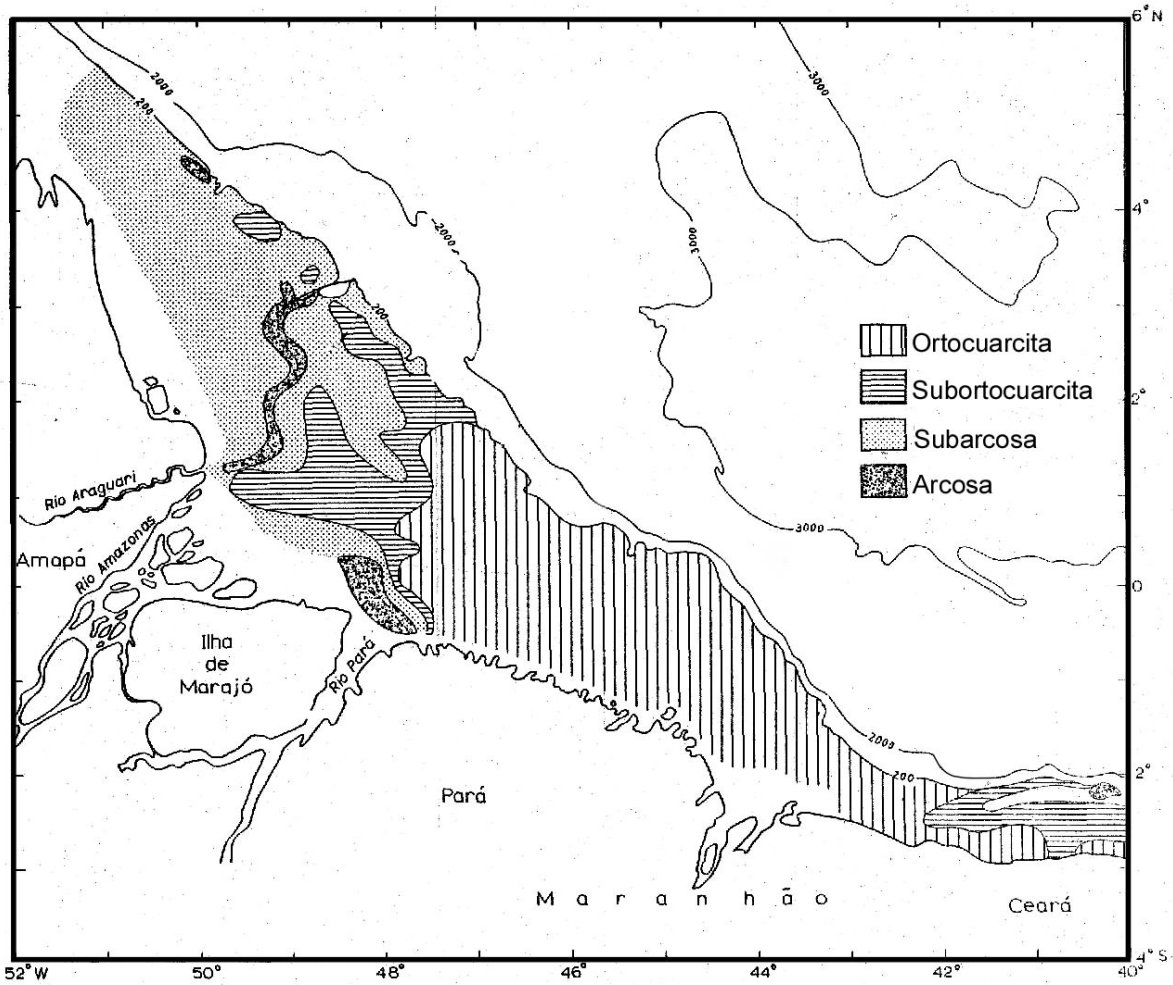


Fig. 2 - Mapa de la composición mineral de las arenas en la plataforma continental en el norte de Brasil (Según Barreto et al., 1975).

Un mapa de los depósitos holocenos costeros de la ingresión holocena muestra claramente la deriva de los sedimentos amazónicos desde la boca de ese río hasta Venezuela (Fig. 3).

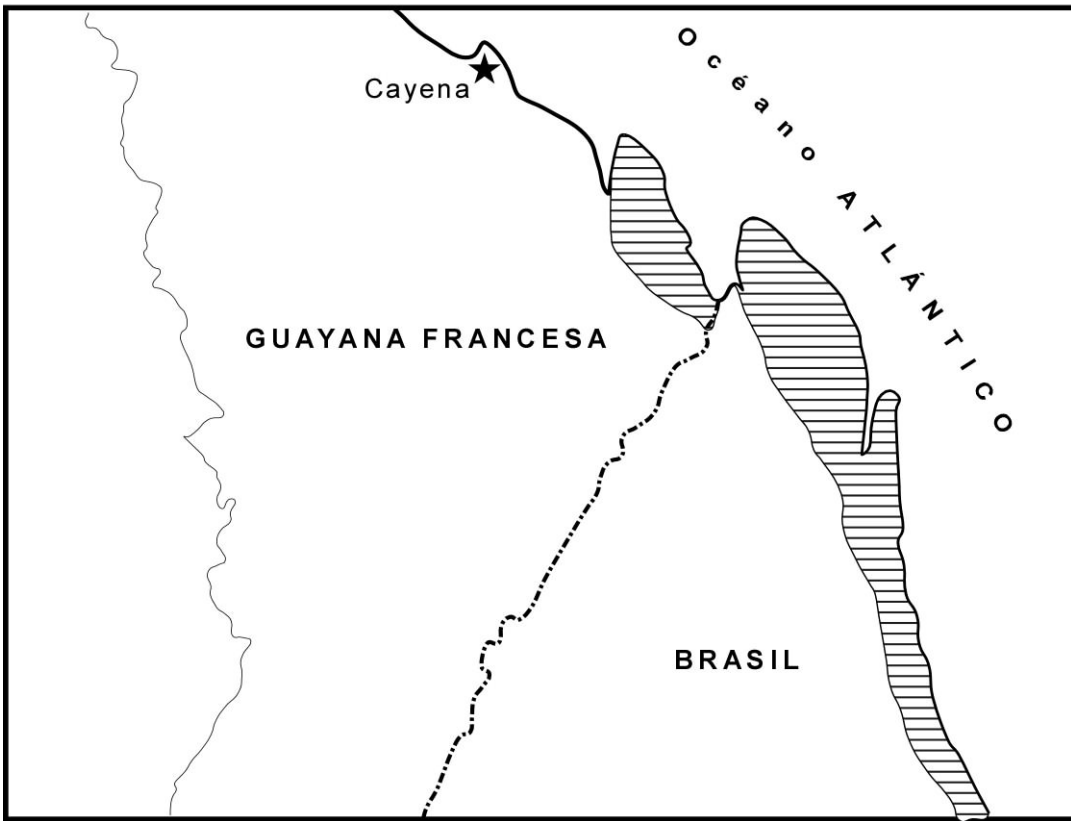


Fig 3 a)

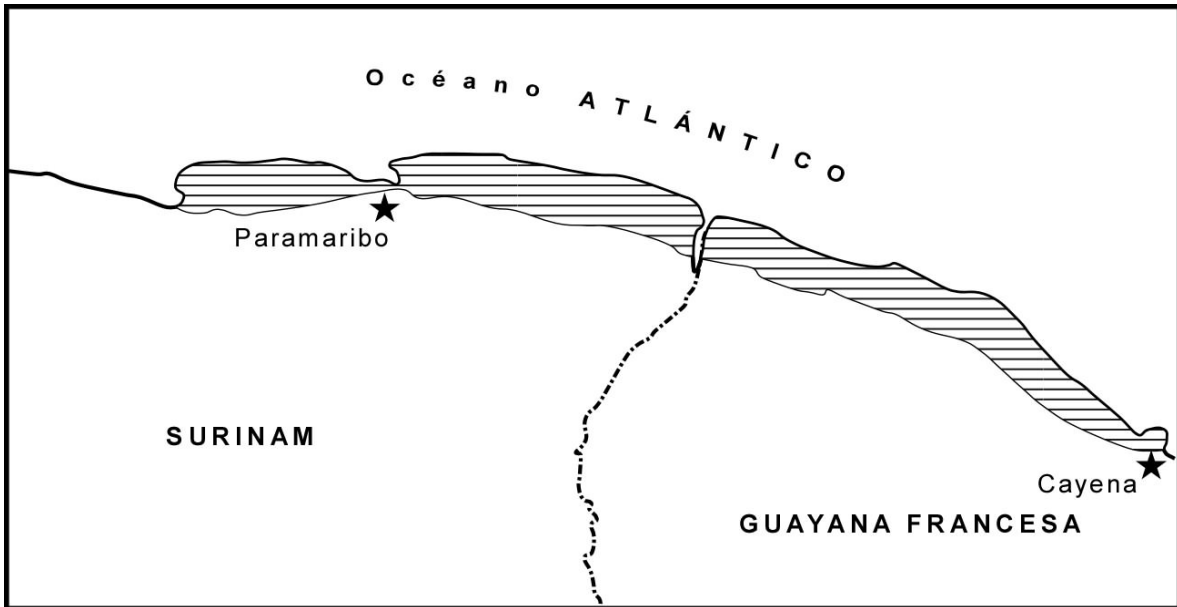


Fig. 3 b)

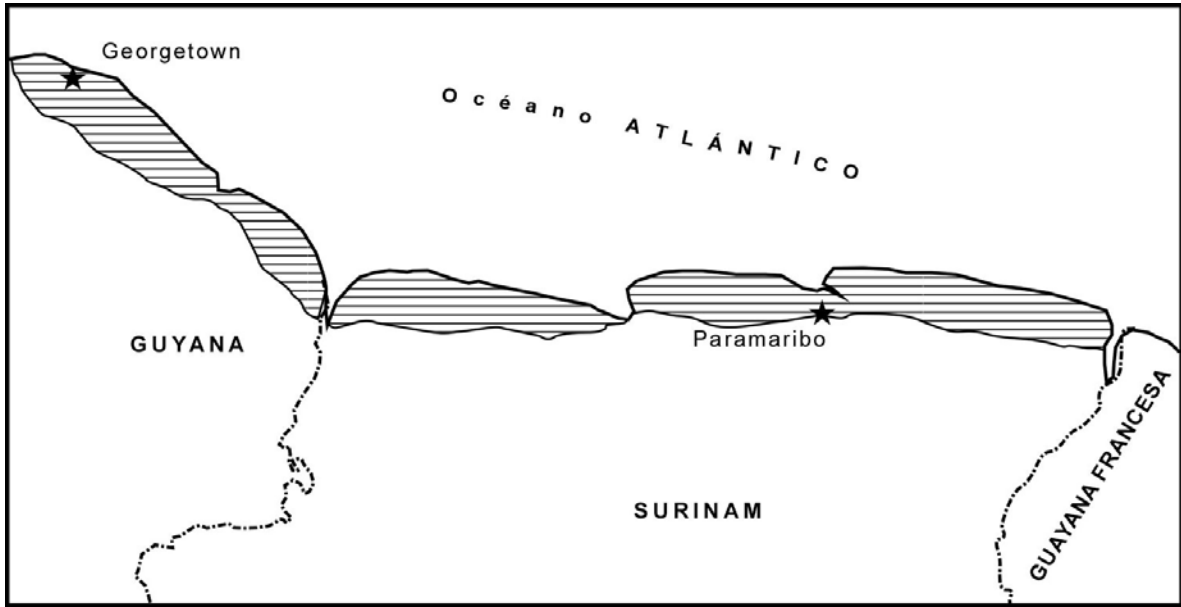


Fig. 3 c)

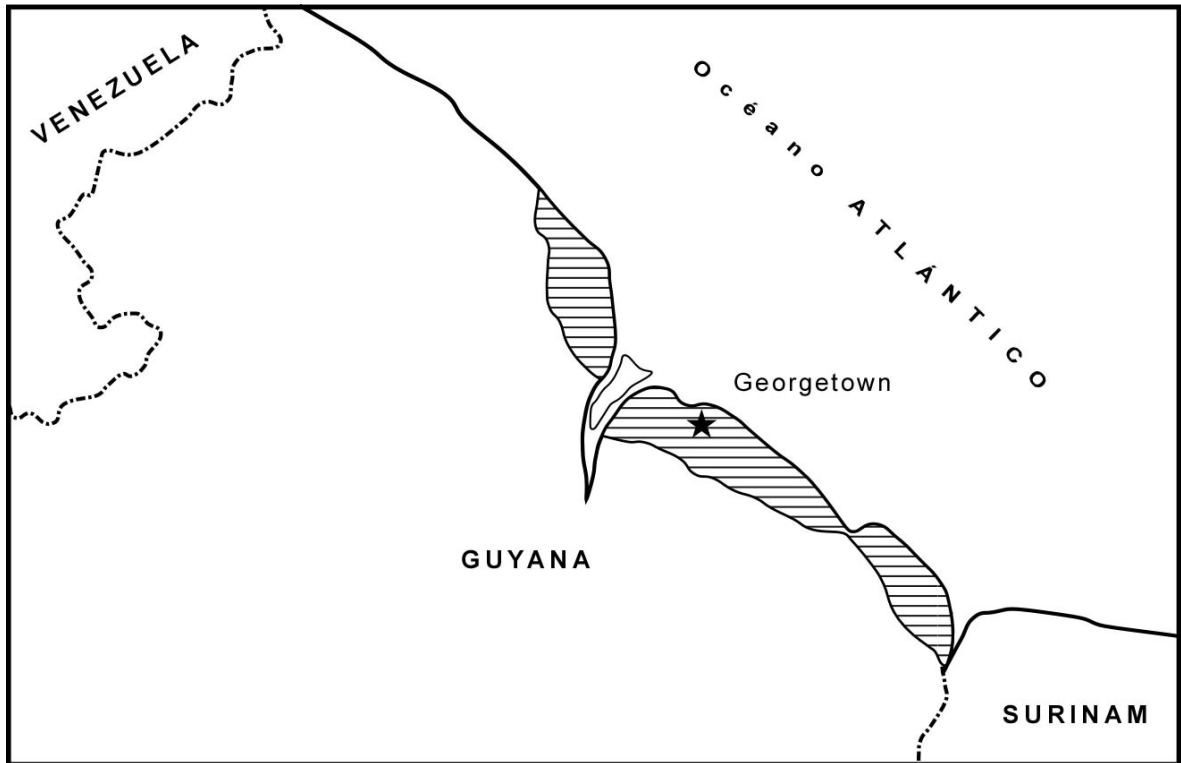


Fig. 3 d)

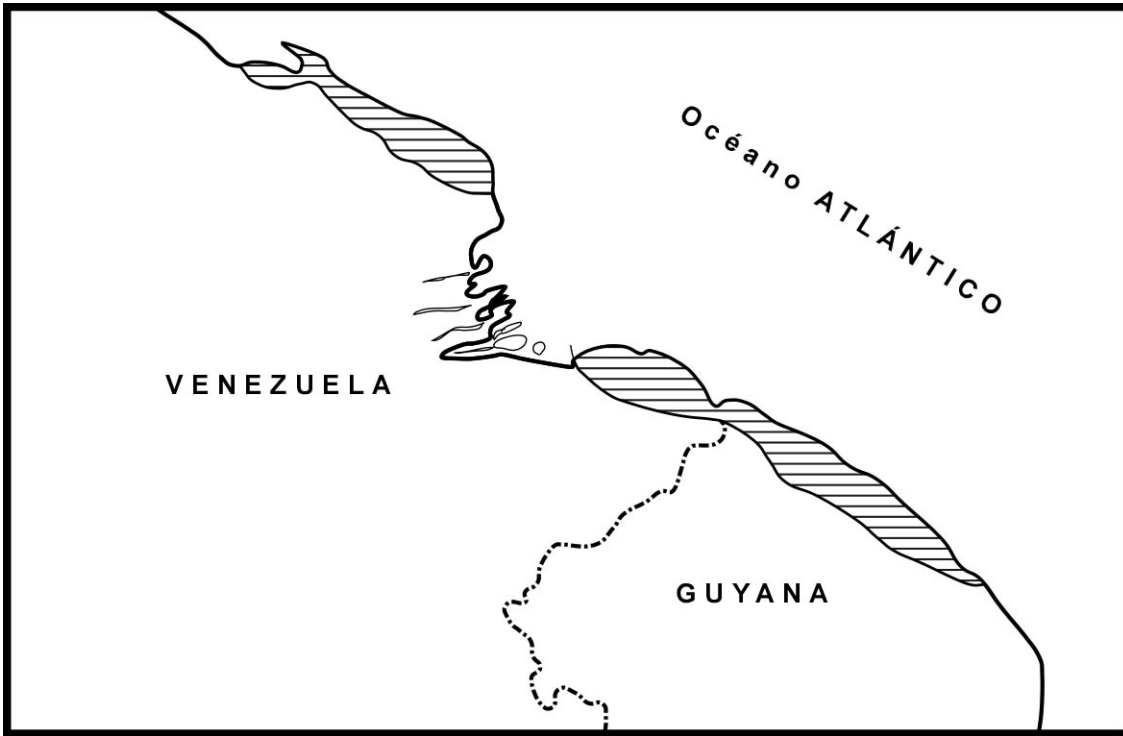


Fig. 3 e)

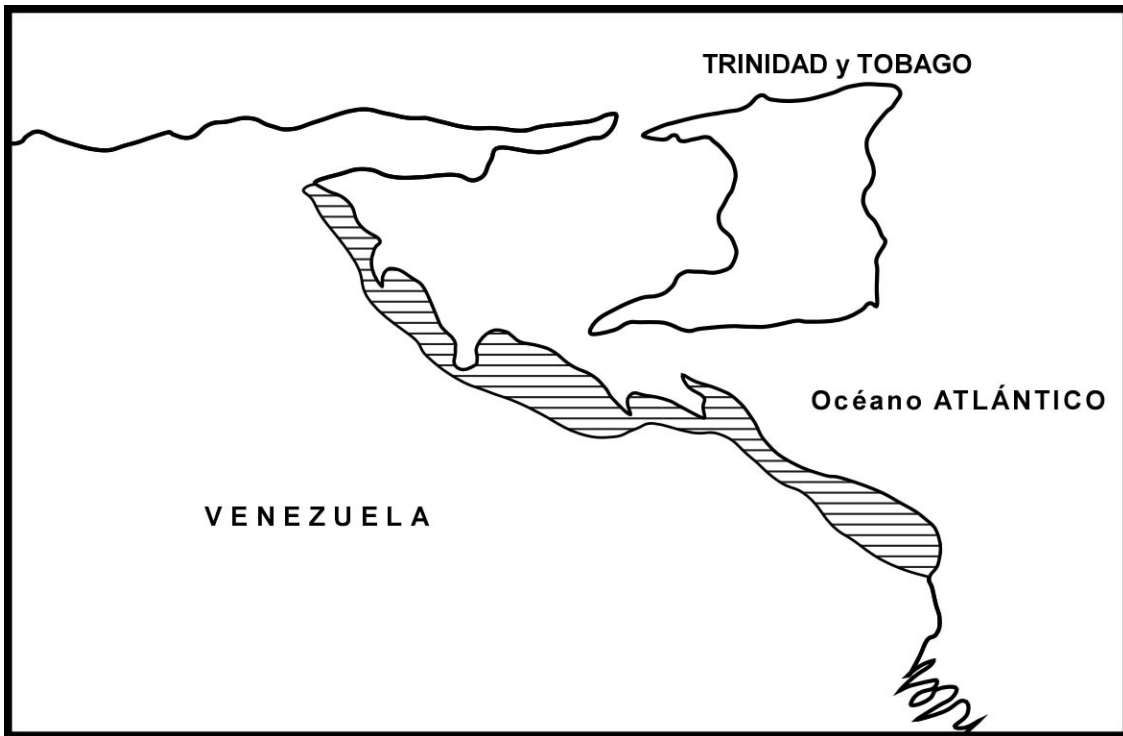


Fig. 3 f)

Fig. 3 – Esquema general de los sedimentos amazónicos depositados en la costa norte de Sudamérica durante los períodos de alto nivel del mar, particularmente el Holoceno y el Último Interglacial. La deriva de los sedimentos se produjo en sentido sureste- noroeste: a => b => c => d => e => f.

## II – LAS GUAYANAS

Las Guayanas son un grupo de tres países pequeños bastante similares entre sí; están formadas por dos sistemas geológicos de importancia continental: El Escudo de Guayanas, fundamentalmente compuesto por rocas proterozoicas, y la Planicie Costera, producto del sistema de dispersión amazónico y de sistemas fluviales locales derivados del Escudo (Fig. 4).

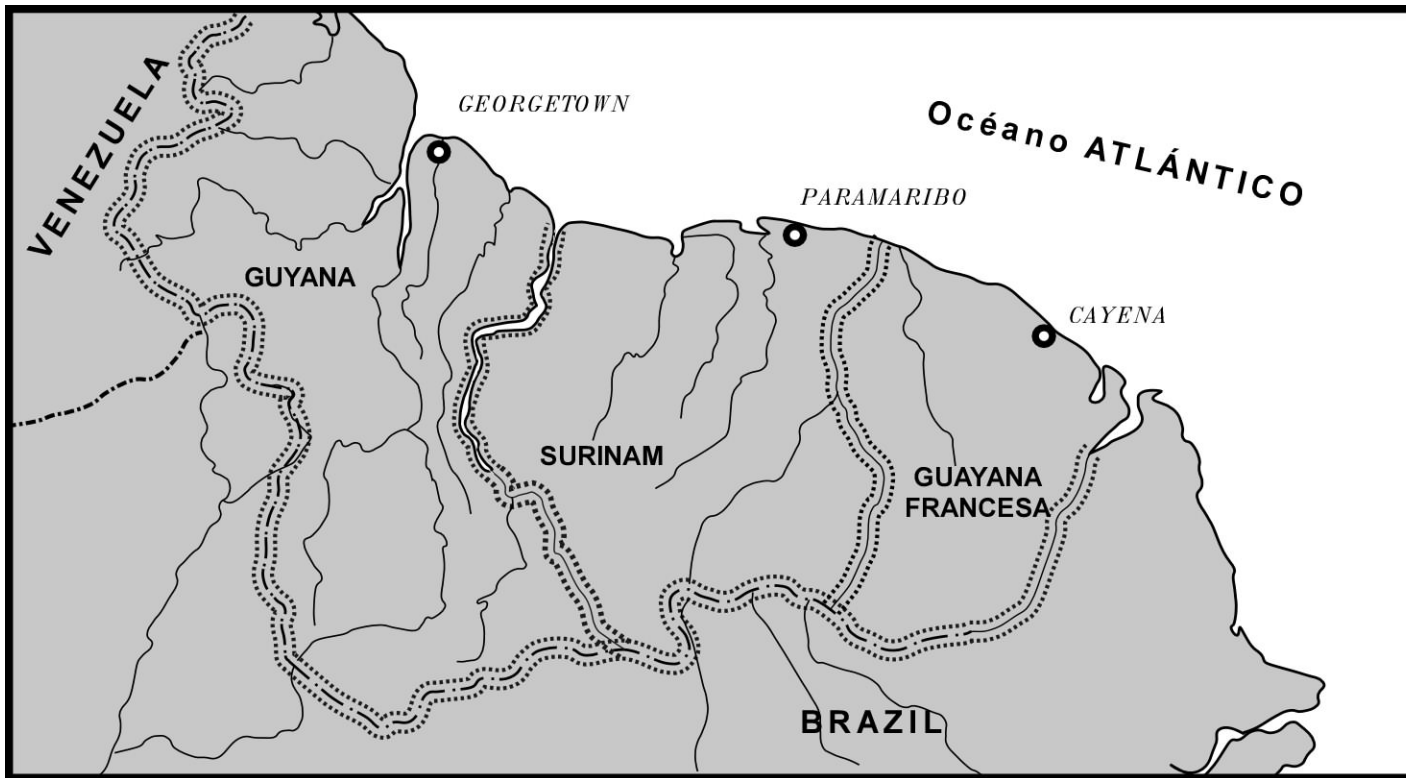


Fig. 4 – Mapa de las Guayanas.



El escudo está caracterizado por un paisaje antiguo labrado en rocas proterozoicas bajo climas cálidos (por lo menos en los últimos millones de años). Casi toda la Guayana Francesa está ocupada por un paisaje de colinas media-naranja en altitudes inferiores a los 200 metros sobre el nivel del mar (Fig. 5). Los campos de colinas media-naranja se forman en regiones tropicales mediante una secuencia de climas alternativamente secos y húmedos (Iriando, 2012): De acuerdo a lo registrado anteriormente, se deduce que el paisaje con morfología de medias naranjas es el resultado de una sucesión de varios ambientes diferentes:

- 1) La existencia previa de una superficie plana. En este caso el tope de formaciones proterozoicas, que se conserva en algunos relictos.
- 2) La aparición de un clima seco que genera un paisaje de bad-lands labrados en la superficie heredada. Un requisito necesario es que la roca sedimentaria tenga baja permeabilidad, debido a la compactación y cementación.
- 3) La instalación de un clima cálido y húmedo como el actual, con predominio de meteorización química y fuerte influencia de la vegetación, que facilitan la suavización de las microformas del relieve y la aparición de laderas convexas y valles en V.
- 4) Eventualmente, formación de una costra ferruginosa que estabiliza el paisaje.
- 5) Relleno del fondo de los pequeños valles con sedimentos aluviales locales y palustres, que agregan los fondos horizontales al sistema.

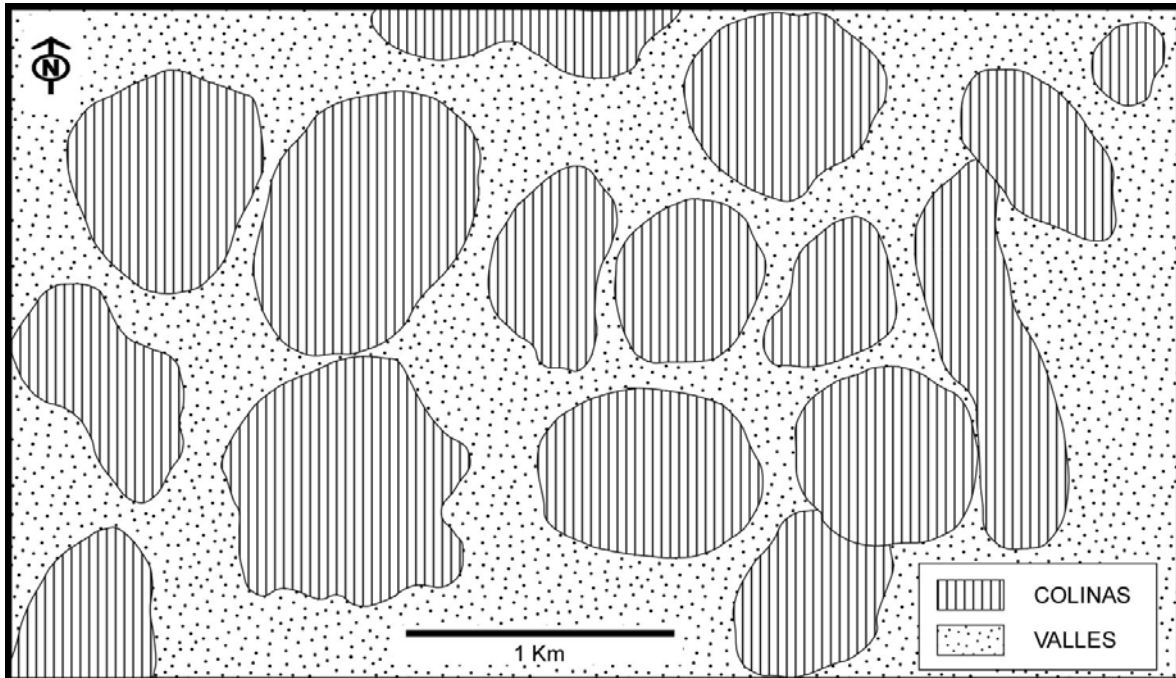


Fig. 5 – Mapa de detalle del paisaje de colinas media-naranja del interior de la Guayana Francesa.

Actualmente, la región está sometida a un clima cálido y húmedo, con precipitaciones medias de alrededor de 3.000 milímetros anuales con variación de sur (más húmedo) a norte (algo menos húmedo). Hay dos estaciones menos lluviosas, una en marzo y la otra que abarca de agosto a noviembre, debido a la migración de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ). La vegetación es de selva densa, exceptuando los aislados inselbergs, sobre los que la cobertura vegetal es discontinua y abierta (Ledru et al., 1997).

El Sistema de Dispersión Amazónico comprende alrededor de 5.000 Km<sup>2</sup> en el norte de Sudamérica, que se extiende también sobre la plataforma del Amazonas, de las Guayanas y de Paria, y las cuencas marinas de Venezuela y del Caribe. Un panel de especialistas realizado por ORSTOM en 1991 produjo el siguiente resumen multiautoral acerca de la dinámica actual del sistema:

- El Amazonas es el mayor río del mundo; contribuye con aproximadamente 18 % del agua continental que llega al océano mundial.
- La carga sedimentaria de fondo es relativamente limitada (100.000.000 de toneladas por año). Está formada por arenas y gravas y llega a la plataforma solamente en temporada de creciente (mayo-junio y julio). Se acumula directamente frente a la desembocadura a menos de 50 metros de profundidad.
- La carga en suspensión es mucho mayor, entre 1.100 y 1.300 millones de toneladas anuales, y se acumula principalmente en la zona del estuario y sobre la plataforma continental.
- La dispersión amazónica obedece a un ritmo anual, con un período mayor de transporte durante la vigencia de la ITCZ (Zona de Convergencia Intertropical) en el norte de Sudamérica, la cual produce fuertes tres de olas inducidos por los alisios del NE. El oleaje aumenta el transporte costero y la erosión. Un pico menor se produce entre febrero y mayo debido a la intensificación de la corriente oceánica de las Guayanas.
- Durante la estación "seca" de las Guayanas (agosto-septiembre) el mar está calmo, el alisio del SE es más suave y más estable que el anterior y el pasaje de los sedimentos amazónicos queda bloqueado.
- Solamente entre 10 y 20 % de la carga total es transportado a lo largo de la costa de las Guayanas. Dos tercios de dicho volumen están compuestos por grandes bancos de barro semi-fluido ("sling mud").
- El porcentaje de esa carga en suspensión que queda sedimentada efectivamente en la zona costera de las Guayanas es escaso, 1 % o menos. La casi totalidad transita a lo largo de las costas y se acumula en la zona del delta del Orinoco (que actúa como una trampa de sedimentos de escala regional), en el golfo de Paria y en la cuenca de Venezuela.
- Esta dinámica se estableció alrededor del 3.500 A.P. Ha depositado sobre la plataforma paquetes de barro compacto de varios metros de espesor, no bioturbados, separados por capas finas de varios centímetros generalmente laminadas.

## Illa -El Cuaternario de Guyana

Guyana es el país más extenso del grupo, con 215.000 kilómetros cuadrados de superficie, 760 Km de longitud norte-sur entre las latitudes de 1° 10'N y 8° 30'N, y 450 Km de ancho máximo entre las longitudes de 56°30' y 61°10'W. Prácticamente todo el país está abarcado por la cuenca del río Essequibo, que fluye de sur a norte hasta desembocar en el Atlántico mediante un estuario de casi 50 kilómetros de longitud y 30 Km de ancho máximo (Fig. 6).

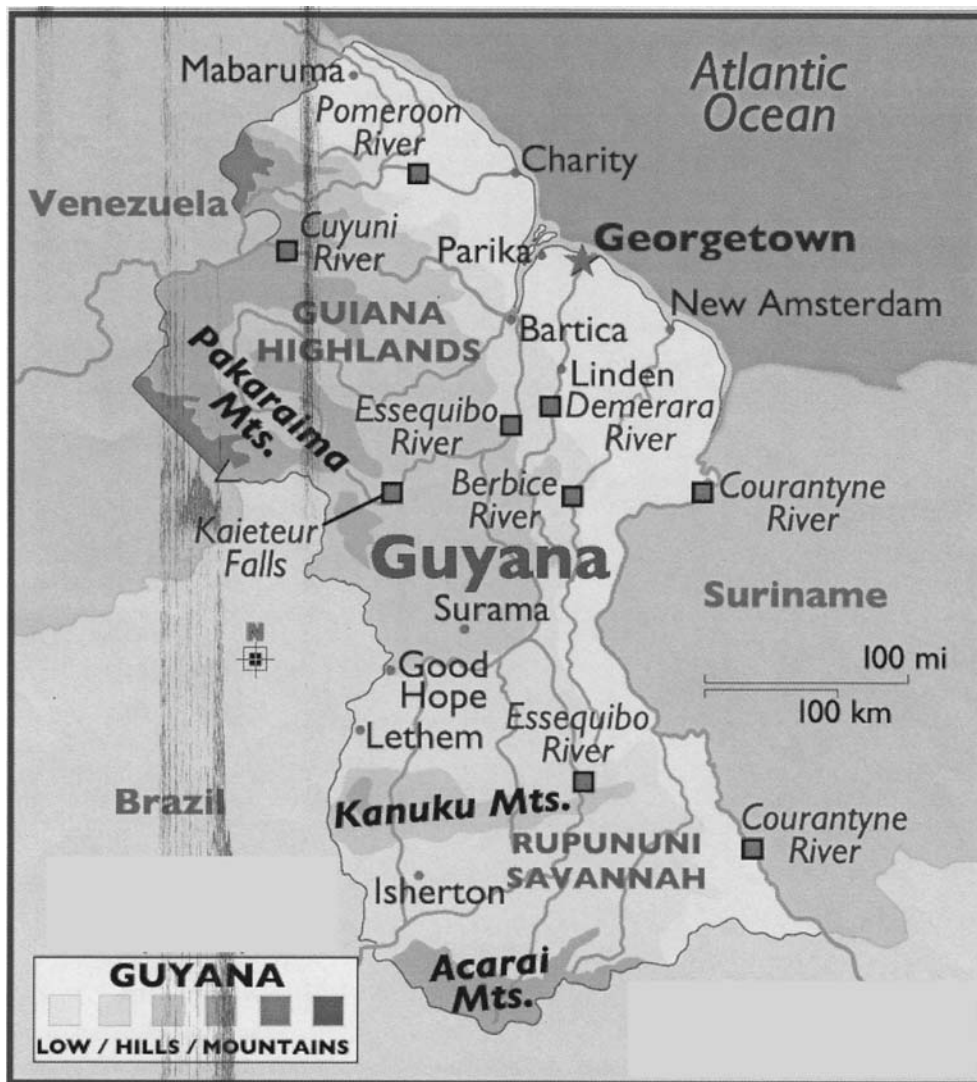


Fig. 6 – Mapa general de Guyana

La mayor parte de Guyana se extiende sobre el escudo de Guayanas, de edad proterozoica, con rocas cretácicas sobreyaciendo en algunos sectores. Geomorfológicamente, dichas rocas forman un sector montañoso en el oeste (Pakaraima, Iwokrama y otras) con alturas entre 500 y 1500 metros sobre el nivel del mar. Dicho sector está rodeado irregularmente por una orla de colinas con altitud intermedia con alturas que varían entre 500 y 200 m.s.n.m. El resto hacia el norte y el este está formado por tierras bajas.

Un amplio sector de tierras bajas en el sur está formado por una penillanura labrada en rocas proterozoicas del escudo, actualmente ocupada por un paisaje de colinas convexas "media-naranja" que se extiende hacia el este en Surinam y la Guayana Francesa. El resto es la llamada Planicie Litoral, de edad holocena, que mide 80.000 Km<sup>2</sup> y está compuesta por la Formación Coropina (descrita en Surinam) . Gran parte de la misma está ocupada por pantanos inundados estacionalmente. La Fm. Coropina, constituida por sedimentos amazónicos, forma en la costa cuerpos elípticos de 60 a 100 Km de longitud por 5 a 20 Km de ancho, todos ellos con dirección sureste-noroeste; el Essequibo y sus afluentes principales afluentes han formado llanuras aluviales de 10 a 15 kilómetros de ancho en la planicie (Fig. 7).

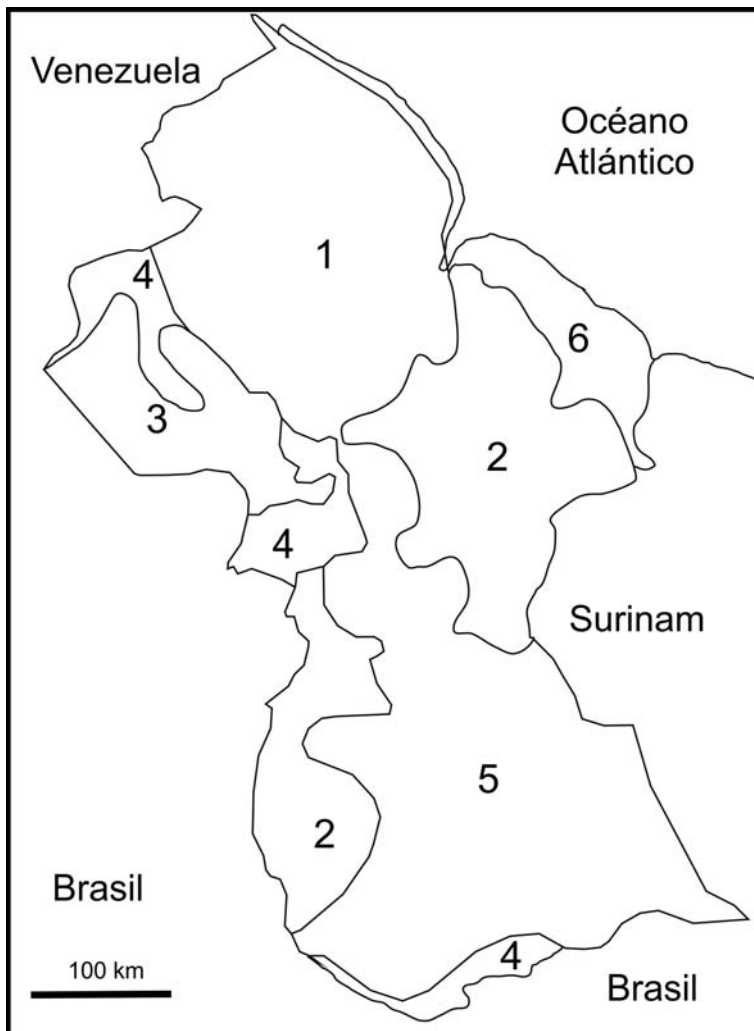


Fig. 7 – Mapas geomorfológico de Guyana – 1: Colinas convexas “media naranja” ; 2: Arena eólica ; 3: Montañas del Escudo de Guayanas ; 4: Complejos de piedemonte ; 5: Arena Eólica ; Planicie litoral.

En el suroeste del país se encuentran campos de dunas eólicas que cubren unos 14.000 Km<sup>2</sup> en las cuencas de los ríos Rupununi e Ireng y que se extienden al oeste en Brasil en la región del río Branco. Las dunas están actualmente bastante disipadas y la morfología fluvial ya ha reemplazado al paisaje eólico, aunque se notan todavía orientaciones sur-norte en algunos cuerpos dunares (Figs. 8 y 9).

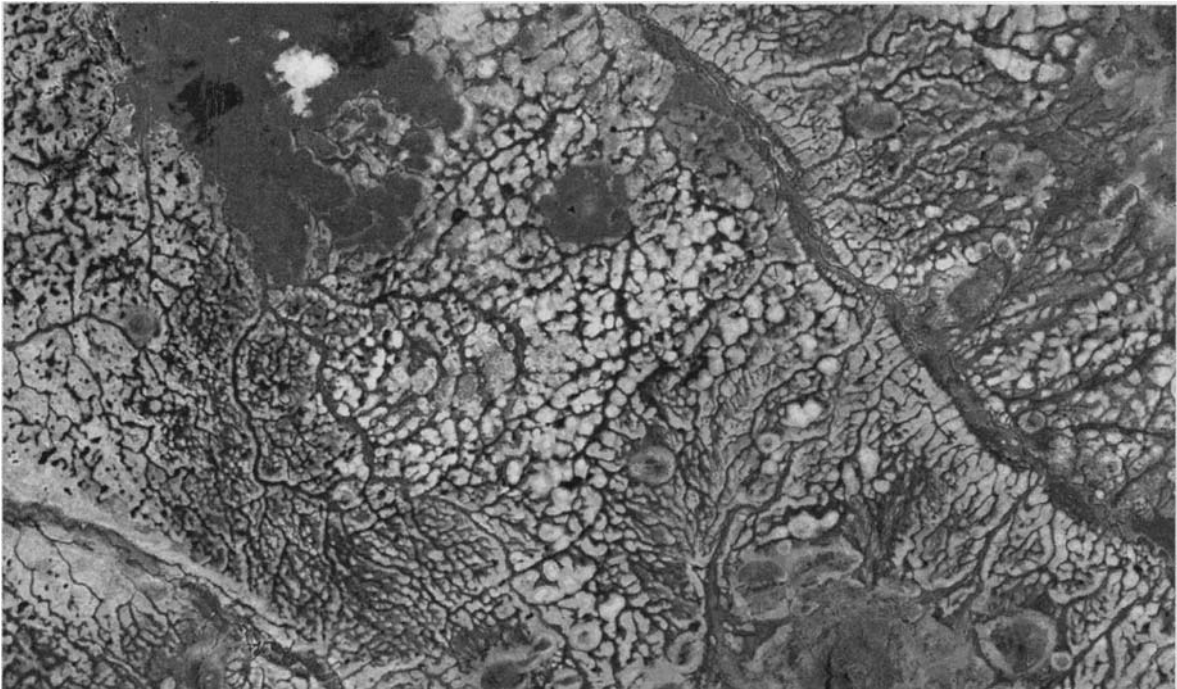


Fig. 8 – Imagen vertical de las dunas disipadas de Rupununi.

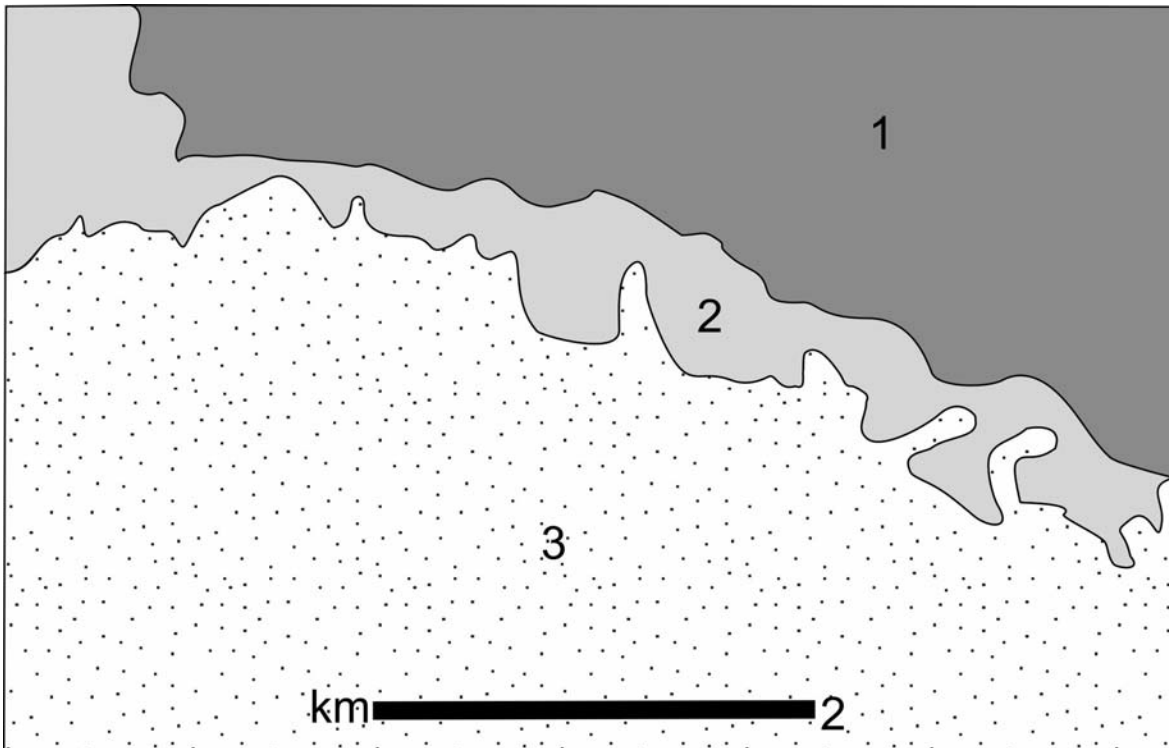


Fig. 9 – Detalle del frente de avance del campo de arena de Rupununi hacia el norte. 1) Pantano preexistente. 2) Primera fase de avance. 3) Segunda fase de avance.

El tamaño típico de las mismas oscila entre 800 y 1.600 metros de extensión, con formas redondeadas y elípticas. En la figura 7 se pueden distinguir dos fases de avance del frente dunar hacia las tierras bajas adyacentes situadas al norte. En la cuenca el río Catrimáni, en territorio brasileño cerca de la frontera con Guyana y Venezuela, aparece un extenso campo de dunas parabólicas y longitudinales, con orientación sureste-noroeste (Santos et al., 1993). Entendemos que se trata de una unidad sedimentaria que pertenece al mismo sistema. También se extienden en el este (junto a Surinam) campos aislados de arenas eólicas blancas formando grandes dunas parabólicas con orientación sur-norte, muy probablemente generadas por los vientos alisios del norte.

La edad de los campos de dunas se puede colocar en el Holoceno medio, comenzando hacia el 8.000 A.P. y finalizando alrededor del año 3.000 A.P., con el máximo de sequía hacia el 6.000 antes del presente. Esto se deduce de perfiles polínicos estudiados en el norte de la Amazonia (Absy et al., 1993).

El clima es tropical/ecuatorial, con temperaturas medias anuales en el orden de los 22°C con valores algo más bajos en las montañas del oeste, donde en algunos meses del otoño e invierno boreales no superan los 18°C, por lo que algunos especialistas lo denominan "*clima tropical sub-cálido de altura*". Las lluvias están entre 1.750 y 1.500 mm/a en la mayor parte del territorio, con un área de menos de 1.500 mm/a en la sabana de Rupununi, situada en el suroeste (IBGE, 1991). Las sequías pueden ser importantes en esta zona.

### La plataforma continental

La plataforma continental sudamericana que se extiende frente a Guyana y Surinam está caracterizada por la alternancia de dos fases bien diferenciadas, una terrígena y otra de tendencia biogénica y autigénica (Pujós y Pascual, 1992). Esta dualidad es consecuencia del aporte de sedimentos amazónicos y sus variaciones en diferentes épocas del Cuaternario superior, intercalado con materiales derivados del Escudo de Guayanas. Dichos autores analizan varios episodios ocurridos en los últimos miles de años en base a dos testigos, uno de ellos en la plataforma interna (16 metros de profundidad) y el otro en la plataforma externa (87 m. de profundidad). Considerando que el descenso del nivel del mar alcanzó los -125 metros en el Último Máximo Glacial, toda esa faja estuvo emergida durante un tiempo.

- En la base del perfil de la plataforma externa, el Episodio 1 corresponde a un ambiente tranquilo, en el que los limos se depositaron por decantación en ausencia de arena. Se desarrollaron plantas herbáceas que actúan como trampa de



sedimentos y es colonizado por una fauna bentónica local. Su existencia está ligada a la ausencia de aportes amazónicos, que inhiben el desarrollo de estas herbáceas. Se trata de ambientes lagunares caracterizados por esmectitas derivadas de las tierras altas locales.

- El Episodio 2 corresponde a la primera parte de una transgresión. Está caracterizado por la desaparición del medio herbáceo y de las especies asociadas al mismo y por la aparición de otras especies marinas de plataforma. Los sedimentos finos están dominados por caolinita proveniente del Escudo.
- El Episodio 3 representa el avance de la transgresión, con profundización del agua y la aparición de arena con illita, una asociación típica de los sedimentos amazónicos (Pujos y Odin, 1986).

En la plataforma interna, donde se ha formado el sistema costero holoceno, fueron identificados cinco episodios:

- Episodio 1 - Entre 9.000 y 5.000 años A.P. se desarrolla manglar, con nivel del mar en ascenso. Hacia 5.000 A.P. el nivel del mar se estabiliza en una posición próxima a la actual (lo que sugiere un hundimiento posterior de unos dos metros) (Pujós y Odin, 1986). La sedimentación continuada produce una progradación y desplazamiento de la línea de costa mar adentro. El continente estaba bordeado por albuferas resguardadas del océano por cheniers; las albuferas se comunicaban con el mar por estrechos canales de marea. Domina la sedimentación de albufera. Altos porcentajes de caolinita.
- Episodio 2 – Destrucción del manglar y avance de un ambiente de sabana. Aparece un ambiente evaporítico con precipitación de yeso, debido a un período de clima seco (lo mismo que en resto del norte sudamericano entre 4.000 y 3.500 a. A.P.; van der Hammen, 1986).
- Episodio 3 – Erosión dominante, lo que revela escaso aporte sedimentario. Predominio de esmectitas.
- Episodio 4 – Invasión del mar (probablemente debida a un descenso neotectónico) con microfauna de foraminíferos y asociación de minerales amazónicos.
- Episodio 5 – Depósito de limos actuales, con abundante fauna bentónica.

## IIb - El Cuaternario de Surinam

Surinam tiene una superficie: 164.000 Km<sup>2</sup> y está ubicada entre Guyana y la Guayana Francesa. Prácticamente, es una parte del escudo de Guayanas; en el norte, ese escudo limita con el océano Atlántico con una inclinación importante y está cubierto por depósitos del Cretácico superior y del Cenozoico en la Cuenca de Guayanas (Krook, 1979).

Existen varios paisajes en el escudo, de montaña, de colinas y de penillanura, con controles litológicos y tectónicos. Las montañas Wilhelmina, Kayser, Eilerts, Haan y Orange son graníticas. Algunos sectores de ellas presentan relieves locales pronunciados. Otras áreas graníticas son relativamente bajas, con inselbergs aislados. Las montañas Lely, Nassau y Brownsberg son mesetas disectadas, coronadas por bauxita y laterita. La sierra Van Asch es un gran dique de dolerita. En la parte central del país aparece una meseta de arenisca horizontal llamada Tafelberg.

El patrón de avenamiento de ríos y arroyos está controlado directamente por fallas y diaclasas. Las principales direcciones de las mismas son NW-SE y NE-SW. Los rápidos y cascadas son frecuentes. La dirección general de escurrimiento es hacia el norte. Los ríos de mayor tamaño (el Corantijn y el Marowijne por sus nombres en holandés) constituyen las fronteras oriental y occidental de Surinam. Dichos ríos y los otros dos importantes, el Suriname y el Corantijn, desembocan directamente en el océano; los cauces menores son bloqueados por los depósitos litorales y fluyen a lo largo de kilómetros a paralelamente a la costa hasta confluir con los colectores.

En el distrito de Brokopondo, localizado en la región selvática central del país a menos de 100 metros sobre el nivel del mar, el paisaje está caracterizado por colinas convexas "media naranja" con plantas redondeadas o elípticas y tamaños regulares (Fig. 10), con 300 a 600 metros de longitud y 150 a 300 metros de ancho. El suelo consiste en "un tipo de loam" en la superficie de las colinas (van Donselaar, 1989). Los valles son estrechos, en general de 50 a 100 metros de ancho, y muy ramificados. Tienen fondo plano y drenaje difícil; permanecen inundados durante algún tiempo en la temporada lluviosa. El suelo es similar al de las colinas y presenta estructuras incipientes de tipo "hogwallow". Existen en dicha región sectores pequeños y aislados entre sí (de una hectárea o menos de extensión) con el siguiente perfil:

0,00-0,75 m - Arena blanca, posiblemente eólica, que pasa a arena limosa marrón verdosa hacia abajo.

0,75-1,00 m – Arena limosa amarilla con clastos de grava.

1,00-1,05 – Grava amarilla.

1,00-1,50 (sin ver base) – Loam homogéneo color blanco.

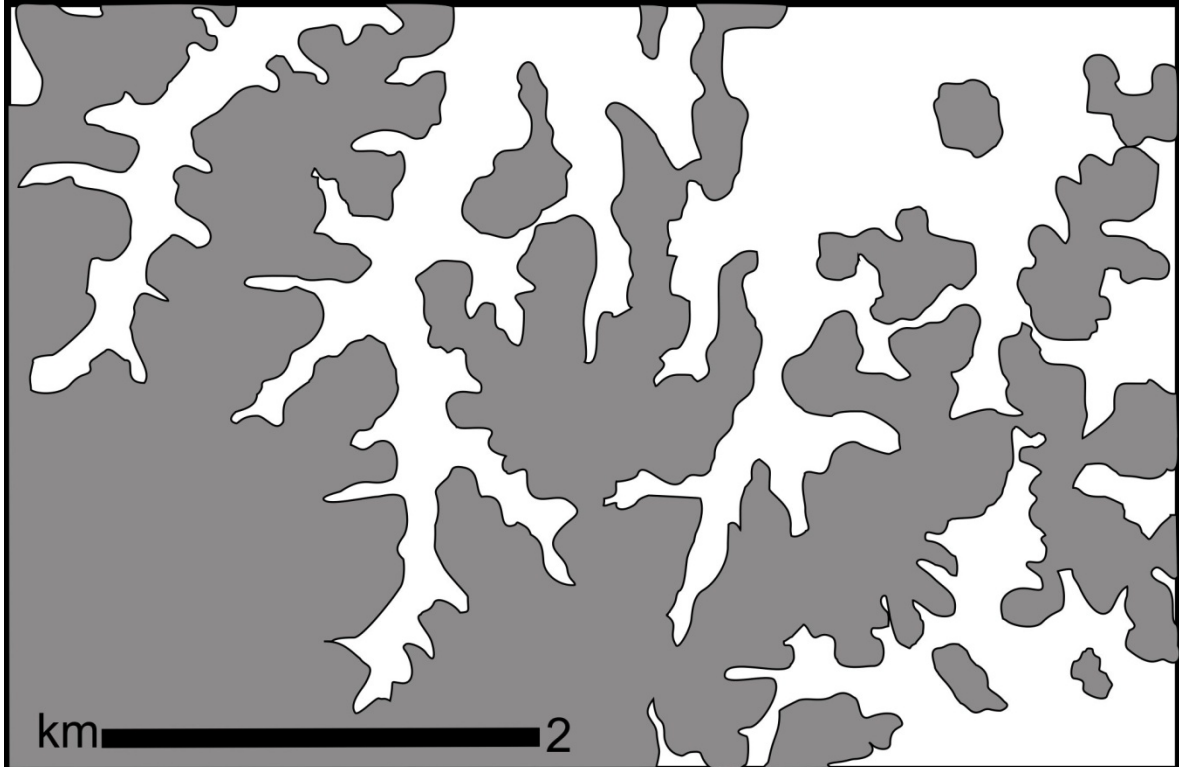


Fig. 10 – Detalle de la costa suroeste del lago artificial Brokopondo delineando las formas de las colinas convexas. En grisado figura la tierra emergida; en blanco la superficie del lago.

El clima es tropical húmedo, principalmente Am y Af con una delgada faja de Aw a lo largo de la costa según el sistema de Köppen. La temperatura media anual es de 27 °C y el promedio de precipitación es de 2.200 milímetros anuales, aunque varía de 1.500 mm/a en partes de la costa hasta más de 2.500 mm/a en el centro del país. Existen cuatro estaciones en el año, caracterizadas por variaciones en las precipitaciones: La Estación de Lluvias Corta (entre diciembre y enero); la Estación Seca Corta (de febrero hasta abril); y la Estación de Lluvias

Larga (fin de abril a mitad de agosto); y la Estación Seca Larga (mitad de agosto hasta diciembre). Dicho patrón está controlado por la migración de la ITCZ (Zona de Convergencia Intertropical).

La humedad relativa del aire es alta. Los vientos alisios soplan permanentemente, principalmente del NE, con velocidad media de 5m/seg (Van Scherpenzeel, 1977).

La mayor parte del país está cubierto por selva lluviosa tropical; con excepción de un amplio sector del sur (Sipaliwini), donde se extiende vegetación de sabana. Los pantanos son frecuentes en la Planicie Costera y están vegetados generalmente por manglares. Según Ostendorf (1957) las precipitaciones en Brokopondo tienen un valor medio de 2.300 mm/a con máximo en mayo y mínimo en octubre.

### La Planicie costera

El Cuaternario de Surinam tiene buena accesibilidad, ya que se encuentra aflorando en su mayor parte, con la excepción del Pleistoceno inferior. Tradicionalmente, los depósitos de la Planicie Costera se dividen en Holoceno y Pleistoceno (Fig. 11). Los sedimentos que forman la Planicie Costera Moderna están compuestos por arcilla intercalada con grandes lentes de arena. El polen contenido en esos materiales refleja una sucesión de oscilaciones menores del nivel del mar (Wijmstra, 1969; Krook, 1979). Estos sedimentos constituyen la Formación Demerara, de edad holocena.

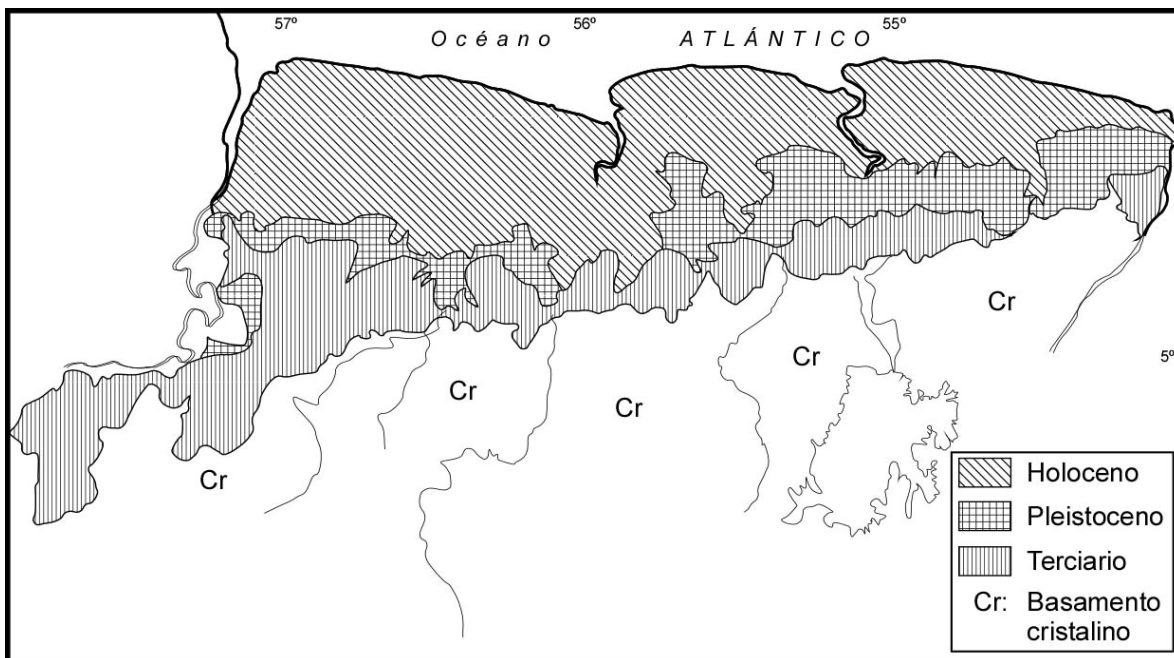


Fig. 11 – Mapa geológico de la planicie costera de Surinam (Simplificado de Krook)

El Pleistoceno de la Planicie Costera Antigua está representado por la Formación Coropina, posiblemente depositada durante épocas interglaciales; según Brinkman y Pons el miembro superior de dicha unidad corresponde al Último Interglacial y el miembro inferior a un interglacial más antiguo. Dicha formación está apoyada sobre la Formación Coesewijne, de edad pliocena, compuesta principalmente por arena mediana, en partes limoarcillosa, y localmente arcilla caolinítica; se la conoce informalmente como “arenas blancas” en las tres Guayanas.

La Fm Coropina está compuesta en su parte norte por arenas finas bien seleccionadas depositadas en bancos litorales, denominadas “Arenas Lelydorp”, que pasan tierra adentro a arcillas limosas que forman el llamado “Paisaje de Arcillas Marinas Antiguas”. Esta unidad sedimentaria fue severamente erosionada durante el Último Glacial, preservándose en la actualidad en varios sectores separados formando grupos de colinas. Está compuesta por dos miembros, el inferior (Miembro Para) está formado por arena gruesa en la base y arcillas endurecidas hacia arriba, la arena proviene de la erosión de la Fm Coesewijne. La arcilla está finamente laminada y moteada de colores púrpura, rojo y marrón amarillento, lo que indica una fase de intensa meteorización tropical. El Miembro Lelydorp está compuesto por arena fina bien seleccionada (por acción eólica previa?) en el norte y por arcilla limosa a arenosa en el sur. El Miembro Lelydorp fue depositado durante el Último Glacial, mientras que Para puede representar un interglacial. Un estudio de los minerales arcillosos revela claras diferencias entre ambos miembros (Levelt y Quakernaat, 1968).

Los minerales pesados de la fracción arena poseen porcentajes moderados de sillimanita en el miembro Lelydorp, mientras que el miembro Para está caracterizado por circón y estauroлита con turmalina y rutilo subordinados.

La Fm Demerara, de edad holocena, ocupa las depresiones entre los segmentos de Coropina y se extiende hacia el norte en un nivel más bajo, formando la Planicie Costera Moderna. Consiste principalmente en arcillas con cheniers arenosos ubicados generalmente en la margen derecha de los ríos principales; en algunas áreas se han acumulado turbas. Los cheniers pueden ser divididos en dos grupos: los de arena fina y los compuestos por arena gruesa. Los primeros están formados por arena muy fina bien seleccionada, con medianas alrededor de 100 micrones; frecuentemente contienen capas finas de arcilla. Son geformas considerablemente anchas y se formaron por sedimentos aportados por el río Surinam que derivaron hacia el oeste. Está compuesta por dos miembros: Mara y Coronie. Mara fue depositado durante la fase de aumento del

nivel del mar (entre 10.000 y 6.000 años A.P.); Coronie representa el nivel del mar constante, desde 6.000 hasta 3.500 a. A.P. Mara está compuesta por arcillas sueltas de turba y turba arcillosa con abundante contenido de pirita; la vegetación estuvo dominada por *Rizophora* (una datación marcó 7.240 +/- 100 años A.P.).

Los minerales pesados de la fracción arena de esta formación son completamente diferentes de los hallados en Coropina (Krook, 1969). Se reconocieron dos asociaciones principales: la del sudeste, caracterizada por estaurólita y epidoto, con porcentajes menores de circón, hornblenda, turmalina, granate y rutilo; y la del sur con estaurólita dominante, acompañada por circón, turmalina y granate. La fracción arcilla está representada por clorita en su mayor parte.

La Formación Demerara y sus equivalentes en Guyana, Guayana Francesa y norte de Brasil se han generado por la migración de los sedimentos suspendidos del Amazonas, mezclados con aportes locales de los ríos principales (Marowijne, Surinam, Coppername, Corantjin). El transporte de densas masas de flóculos de hasta 100 ppm. provocó la formación de un barro pegajoso que formó extensos cangrejales planos ("mudflats"), separados por canales de marea. La equidistancia de los canales es de aproximadamente 45 kilómetros. Todo el sistema migra hacia el oeste mediante la erosión de la margen oeste y la acreción en la margen este de cada canal. La acreción se debe a la disminución de la energía del oleaje; la acreción es producida principalmente por el fijamiento de los flóculos en el barro pegajoso ("slingmud"), lo que forma un gel físicamente estable. Su propiedad más importante es que frena los trenes de olas que llegan a esa faja (Augustinus, 1978); dicha propiedad de frenado disminuye con la consolidación del sedimento, cuando pasa el tiempo, conservando un equilibrio particular que mantiene la migración del sistema. Esa dinámica se observa desde la boca del Amazonas hasta el golfo de Paria en Venezuela (Fig. 3).

Los cheniers de arena gruesa se han formado por aportes del río Marowijne (que forma la frontera entre Surinam y la Guayana francesa) y son estrechos. La moda granulométrica está entre 250 y 400 micrones y contiene abundantes conchas enteras y rotas de invertebrados, algunas de ellas parcialmente cementadas por carbonato. Geijskes (1952) estudió los cheniers de esa zona, describiendo cuatro tipos diferentes; en general se trata de cuerpos arenosos aislados, depositados en una masa general de arcilla. El espesor de dichos cuerpos de arena varía entre 1 y 7 metros, encima de algunos de ellos se formaron pequeños campos de dunas eólicas de menos de 1 metro de altura.

En resumen, la estratigrafía de la Planicie Costera de las Guayanas ha sido establecida por Montagne (1964) (Fig. 12).

Holoceno	FORMACIÓN DEMARARA	
Pleistoceno	FORMACIÓN COROPINA	Miembro Lelydorp
		Miembro Para
Mio-Plioceno	FORMACIÓN COESEWIJNE	Superior
		Inferior
Terciario Inferior	FORMACIÓN ONVERDACHT	Superior
		Inferior
Precámbrico	BASAMENTO	

Fig. 12 – Estratigrafía de la planicie litoral de Surinam (Según Montagne, 1964)

Los cuerpos arenosos se generan por oleaje durante una fase de erosión de la arcilla, en una dinámica que concentra la arena en lugares aislados y protegidos. Cuando la época de oleaje cesa, continúa depositándose el barro en flóculos y el sistema sedimentario continúa creciendo (Geijskes, 1952; Augustinus, 1978). Las pelitas contienen un porcentaje pequeño de arena fina, que permite confirmar el origen amazónico de la masa sedimentaria.

#### Las terrazas fluviales

Los ríos de las Guayanas atraviesan la planicie de sur a norte tienen terrazas de diferentes alturas, compuestas por arena gruesa sucia hasta arcilla (Brinkman y Pons, 1968). El río Surinam tiene "por lo menos tres" terrazas según Mulders (1971), lo que sugiere actividad neotectónica importante; las alturas de las mismas son 5-9 m, 12-16 m y 18-20 m por sobre el nivel actual del río. En el río Coppename, algunas decenas de kilómetros aguas arriba de la desembocadura se describieron entre cinco y seis terrazas (Krook y Mulders, 1971), la terraza inferior de ese sistema ha sido parcialmente erosionada y correlaciona con la Fm Coropina del Pleistoceno superior (Fig. 13).

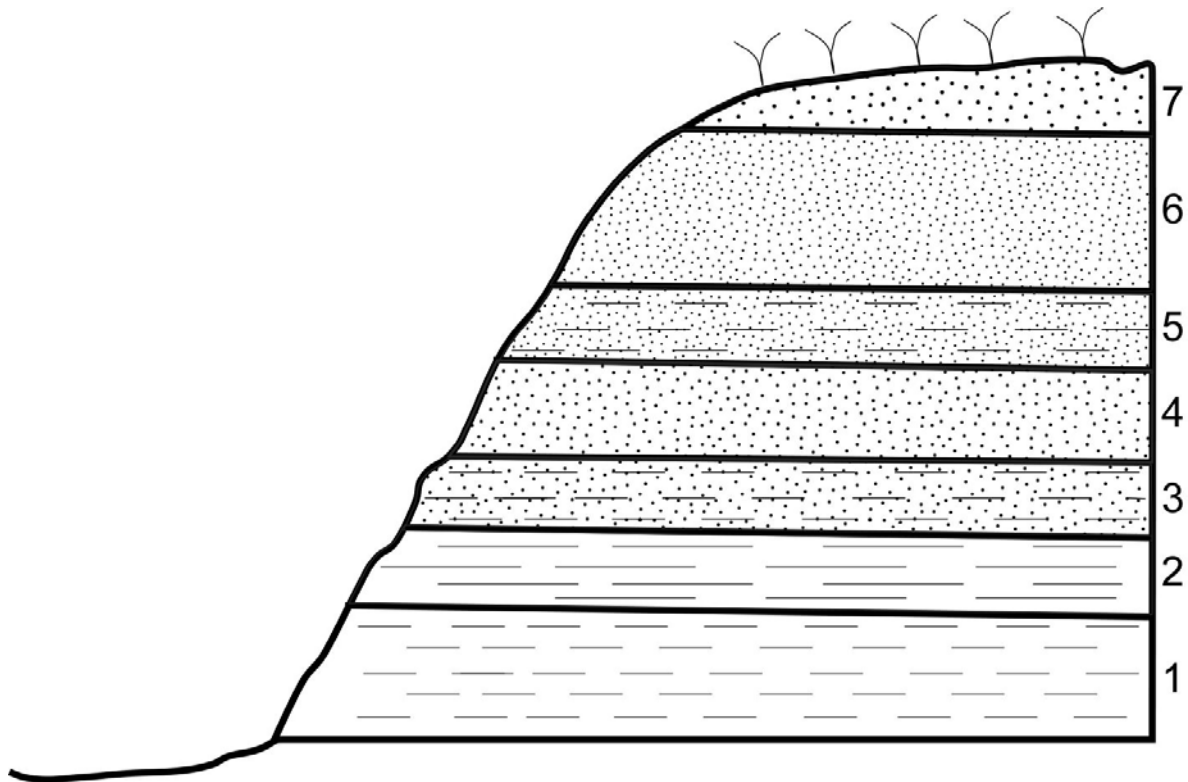


Fig. 13 – Perfil sedimentario de la terraza fluvial del río Coppename (Según Krook y Mulders, 1971) – 1. Arcilla caolinítica negra con nódulos de pirita (Fm. Coropina inferior) – 2. Limo caolinítico blanco (Fm. Coropina inferior) – 3. Arena caolinítica blanca – 4. Arena negra con materia orgánica – 5. Arena algo arcillosa – 6. Arena gruesa con estratificación diagonal – 7. Arena marrón masiva.

### Las playas

Las playas de Surinam se dividen en dos grupos, las de grano grueso y las de grano fino. Las de grano grueso aparecen en la costa nordeste, desde la frontera con la Guayana Francesa (río Marowijne) y el río Suriname. Las medianas granulométricas están por encima de los 600 micrones. Por otro lado, las playas de grano fino están compuestas por arena limosa con diámetro medio por debajo de los 100 micrones; su color general es verde, debido a que está formada en su mayor porcentaje por microaglomerados de partículas de limo formadas en los estuarios. La difracción de rayos X revela que están compuestas por cuarzo, albita, muscovita, clorita, hornblenda y chamosita (Krook, 1970). Son inestables en condiciones de oxidación.

### Algunos ríos importantes

Los ríos de Surinam fluyen en general de sur a norte, desde el Escudo de Guayanas al Atlántico. Poseen largos estuarios en la desembocadura, lo que



indica predominio de la dinámica de mareas. El estudio de minerales pesados de los ríos (Krook, 1979) demuestra que cada uno de ellos contiene una asociación particular, en algunos de ellos dicha composición cambia poco desde las cabeceras hasta el comienzo del estuario

El Marowijne/Maroni – El río Marowijne separa Surinam de la Guayana Francesa a lo largo de más de 500 kilómetros. A lo largo de la Planicie Litoral atraviesa cuatro tipos de depósitos litorales de diferentes orígenes:

- Playas de arena de la Guayana Francesa, retrabajadas por deriva litoral. Aparecen en la margen occidental del río cerca de la desembocadura. Contienen principalmente estaurolita y granate.
- Márgenes arenosos formados por erosión de su terraza inferior en la zona de Albina, a unos 40 kilómetros de su desembocadura. Contiene solamente minerales pesados estables.
- Márgenes arenosos compuestos por materiales derivados localmente de rocas meteorizadas, frecuentemente aportados por fenómenos coluviales de la Formación Armina. Contienen estaurolita.
- Bancos de arena depositados por las crecientes importantes. Su composición mineral muestra un origen mixto, de las formaciones geológicas ubicadas aguas arriba.

Aguas arriba de la localidad de Albina el cauce atraviesa gravas pleistocenas, depositadas por el mismo río durante clima seco; la asociación de minerales pesados indica meteorización moderada:

- Abundante : Ilmenita.
- Frecuentes: Estaurolita y circón.
- Escasos: Leucoxeno, goethita, monacita, granate.
- Muy escasos: Andalusita, turmalina, rutilo.

El Suriname – El río Suriname drena la región central del país. Tiene tres terrazas bien definidas compuestas por pelitas y arena. Los sedimentos han sido severamente meteorizados, ya que no se encuentran minerales inestables en las fracciones pesadas y livianas. La estaurolita también es aportada por la Fm Armina.

El Coppename – En el río Coppename hay una clara diferencia en composición entre los sedimentos fluviomarinos del estuario y la arena gruesa transportada desde el interior del país. Los primeros están constituidos por arcilla arenosa fina de origen marino, con algo de estaurolita y escasa sillimanita. La fracción liviana está compuesta por alta proporción de feldespatos y algunos otros minerales

altamente meteorizables: ópalo, biotita, muscovita, clorita y diatomeas. Esos depósitos forman una delgada capa ubicada sobre la arena gruesa y pertenecen a la Fm Demerara y derivan en su mayor parte del Amazonas.

Un gráfico que relaciona los tamaños de grano con la distancia a la boca del río (Fig. 14) indica que el tamaño de grano decrece desde la desembocadura hacia aguas arriba. Se lo explica por dos mecanismos: la erosión de los finos por procesos litorales y el aporte de granos gruesos de subcuencas de afluentes menores. En general, la arena del Coppername es más gruesa que la del vecino río Corantijn. El Coppername contiene circón, minerales metamórficos (principalmente sillimanita y andalusita) y hornblenda.

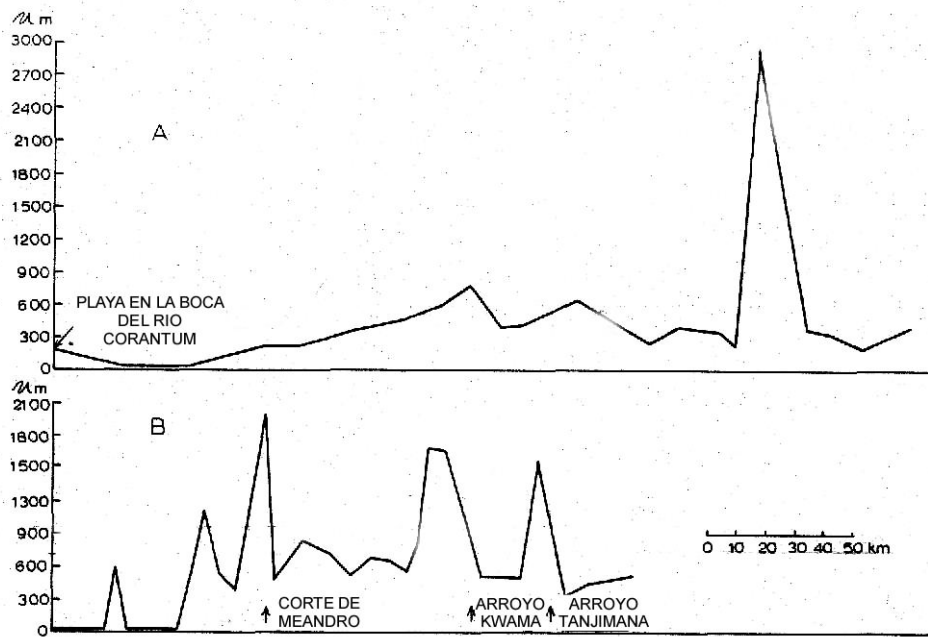


Fig. 14 – Tamaños de grano (mediana) de los sedimentos de fondo de los ríos Corantijn (A) y Coppername (B) (Según Krook, 1979).

El río Coppername tiene dos niveles de albardones, el más alto está ubicado a unos dos metros de altura sobre el otro. Lo importante es que hay una notable diferencia en la composición mineral entre ambos. El más alto y antiguo está más intensamente meteorizado y contiene menos hornblenda y epidoto. El

más bajo corona una terraza compuesta por limos caoliníticos blancos en la sección inferior y arena en la superior. El río Coesewijne, con menor caudal y cuenca más pequeña, desemboca en el estuario del Coppename después de recorrer un sector de 30 kilómetros de la terraza; aporta sedimentos de origen marino, tales como arena fina limosa de feldespatos, clorita, muscovita y biotita.

### La plataforma continental

La plataforma continental de Surinam contiene depósitos sedimentarios derivados de la migración general antihoraria a lo largo de la faja poco profunda, intercalados con depósitos provenientes de ríos locales acumulados en fases bajas del nivel del mar. El río Marowijne formó un delta cuya parte alta está ubicada actualmente unos 20 metros por debajo del nivel medio del mar (Nota, 1971). Contiene arena gruesa y mediana madura, con muy escaso feldespato; la asociación de minerales pesados está compuesta por estaurolita (50-70 %), circón (7-20 %) y porcentajes menores de epidoto y turmalina.

## IIc - El Cuaternario de la Guayana Francesa

### El interior

El interior de la Guayana Francesa pertenece en su mayor parte al Escudo de Guayanas y geomorfológicamente está formado por un paisaje antiguo similar (y conectado) al descrito para Venezuela en este volumen. Gran parte del territorio está compuesto por colinas convexas denominadas "media naranja", con alturas menores a 200 metros sobre el nivel del mar, aun a distancias superiores a 250 kilómetros de distancia de la costa (Fig. 15). Las colinas están separadas entre sí por valles rellenos de sedimentos cuaternarios (Fig. 5). Alrededor del 10 % del territorio está formado por relictos aislados de montañas bajas (hasta 500 metros de altitud) y muy poco por una cadena montañosa de más de 500 m.s.n.m., que forman la continuación de las Sierras Oranje de Surinam.

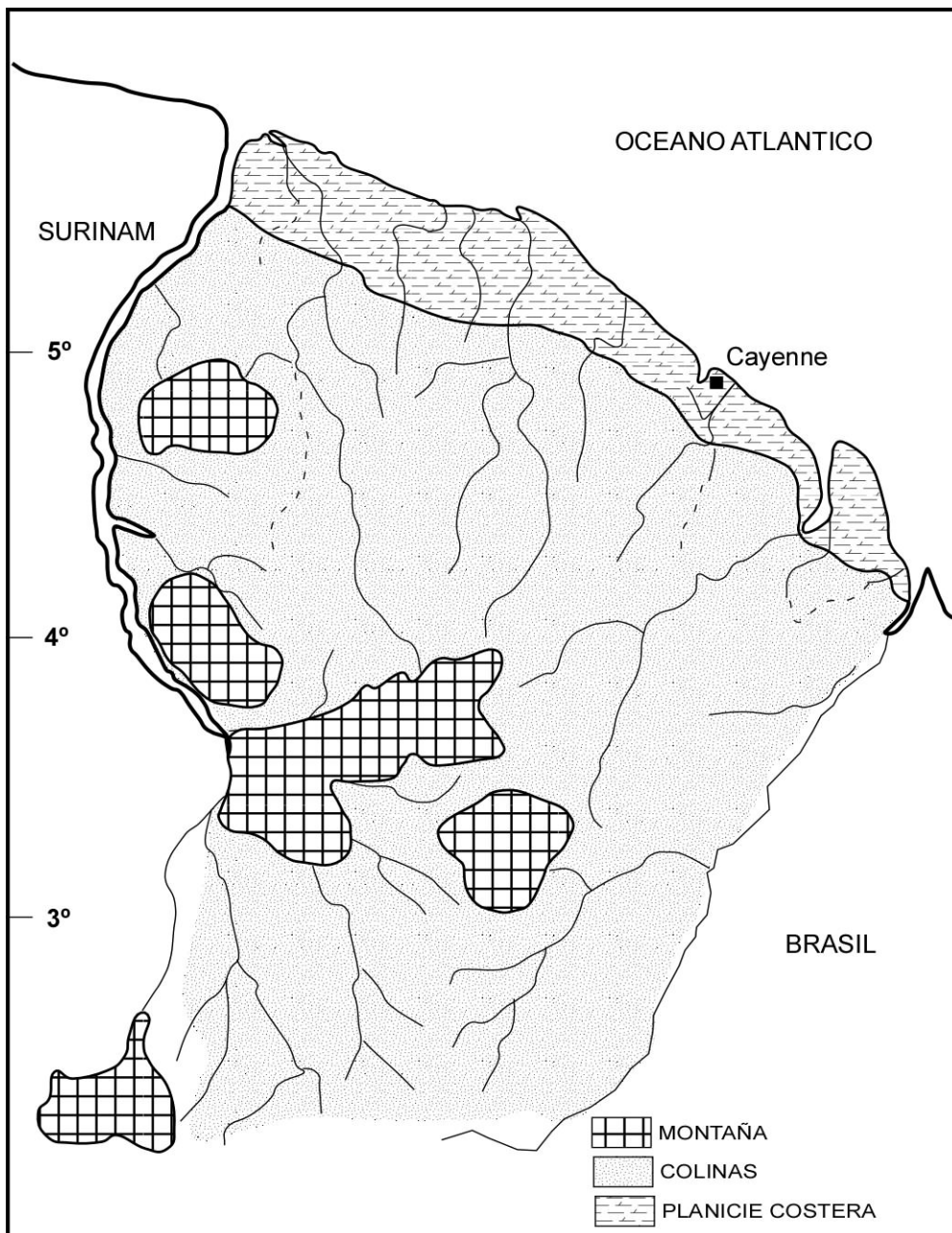


Fig. 15 – Esquema geomorfológico de la Guayana Francesa.

Un perfil excavado en un valle entre colinas del área de Les Nourages, a unos 90 kilómetros de la costa, tiene las siguientes características (de abajo a arriba):

- 3,45-1,40 m – Arcilla anaranjada. Una datación a 2.921 +/- 45 años A.P. Otra a 3.000 +/- 80 a.A.P.
- 1,40-1,30 m – Grava fluvial/aluvial. En el tope, 3.040 +/- a. A.P.
- 1,30-0,85 – Arcilla gris clara con gravas y fragmentos de madera incluídos.
- 0,85-0,71 m – Arcilla gris conteniendo abundantes gravas y fragmentos de madera.
- 0,71-0,16 m – Turba. 1.570 a.A.P. en l centro del estrato.
- 0,16-0,00 – Fibras orgánicas. 50 +/- 50 a.A.P.

La interpretación de este perfil sugiere que el estrato inferior ha sido depositado en un ambiente de sabana, con estacionalidad marcada que produjo la oxidación del hierro y su movimiento en el sedimento, originando el color anaranjado. Representa el Holoceno medio, hasta aproximadamente 3.000 años antes del presente.

Sobreviene posteriormente un breve período con escurrimiento abierto de la red fluvial local, durante el cual se depositan las gravas, y desde entonces a la actualidad se forma un pantano permanente en el lugar; al principio con aportes terrígenos mediante corrientes fuertes de tracción y posteriormente con características de turbera. Es decir, el perfil de un cauce abandonado en un ambiente de selva.

Los resultados palinológicos de Ledrú y colaboradores revelan que ocurrieron dos episodios en que se abrió relativamente la selva densa ecuatorial en los últimos tres mil años (lo que significa disminución en las precipitaciones): El primero de ellos entre 1.400 a.A.P. y 900 a. A.P.; el segundo entre 660 y 420 a. A.P. Dichos eventos han sido registrados en otras localidades amazónicas (Meggers, 1994).

### La Planicie costera

La planicie costera es una prolongación de la descrita en Surinam. Está compuesta por los sedimentos pleistocenos de la Formación Coswine, que forman la "planicie alta", con superficie variable entre 5 y 30 metros sobre el nivel medio del mar, y la "planicie baja" holocena, constituida por la Formación Demerara, entre 0 y 5 metros de altitud. La Fm Coswine se encuentra bastante erosionada y correlaciona con la Fm Coropina del país vecino (Prost, 1986). La Fm Demerara está compuesta por tres miembros: Mara, Moleson y Comowine.

- El Miembro Mara está compuesto por arcillas grises, depositadas en aguas salobres litorales de albuferas y cangrejales formados detrás de cordones

arenosos. La sedimentación está relacionada a la colmatación de rías heredadas de la erosión de la Fm Coswine. Se trata de los depósitos basales de esta formación, con edades entre 8.000 y 6.000 años A.P. Aparentemente, estos sedimentos fueron acumulados durante una fase de nivel constante del mar (Brinkman y Pons, 1968). La palinología sugiere que el ambiente local fue de cangrejales, interpretación discutida por los geomorfólogos (ver Prost, op. cit.). Este miembro es considerablemente complejo; según Turenne (1976) fue depositado en ambiente "tanto marino como salobre", con un aumento del nivel del mar y relleno de valles litorales.

- El miembro Moleson está compuesto por arcillas marinas no consolidadas, de color gris azulado, con manchas marrones y amarillas, desprovista de sal en superficie. Se extiende principalmente al este de Cayena. Estos sedimentos, que aparecen generalmente por encima del nivel de las mareas más altas actuales, están datadas entre 2.600 y 1.300 a. A.P. Corresponden en parte a la instalación de las marismas saladas actuales.
- El miembro Comowine es el más reciente; se ha desarrollado entre el 1.000 A.P. y la actualidad. Los sedimentos son esencialmente arcillas marinas azules, muy saladas, cubiertas por las mareas altas ordinarias. Es el dominio de los manglares del frente marino.

### Las playas y la plataforma continental

La plataforma continental de las Guayanas tiene un ancho promedio de 150 kilómetros y pendiente de 1/1.600 hacia el talud, que comienza a solo 90/100 metros de profundidad. La parte interior está cubierta por sedimento fino hasta 20 metros de profundidad; dicha unidad alcanza unos 40 kilómetros de ancho desde la línea de costa. La composición de la arcilla frente a Cayena es la siguiente: 40 % illita, 30 % caolinita, 17 % esmectitas y 13 % clorita, similar a otras costas guayanesas. Aparecen también en la plataforma pequeñas islas de rocas cristalinas.

La sedimentogénesis de la plataforma continental está marcada por dos sistemas bien diferenciados: Uno de ellos terrígeno y el otro con predominio biogénico y autógeno. El primero se ha instalado durante los períodos fríos del Cuaternario, con bajos niveles del mar, y está representado por la mayor parte de los depósitos y geoformas de la plataforma exterior (Pujós et al., 1990):

- En períodos de bajos niveles del mar, las arenas cubren la mayor parte de la plataforma emergida por debajo de la isobata de 20 m. de profundidad. Su espesor es importante en ciertas áreas y se preservan morfologías de redes fluviales y deltas sucesivos superpuestos.

- El origen de dichas arenas ha sido determinado por el estudio de los minerales pesados, que se resume en cinco puntos: a) Las asociaciones de minerales pesados reflejan la litología de las cuencas de aporte. b) Cada cuenca fluvial posee una asociación identificable de minerales pesados, que se pueden seguir desde las rocas madres, a lo largo de los ríos, hasta la plataforma. c) Las arenas se depositan durante los bajos niveles del mar en condiciones climáticas que aceleran los procesos de erosión en las cuencas y el material liberado es drenado por ríos suficientemente potentes como para transportarlos hasta el océano. d) La "memoria geomorfológica", e decir la preservación de los paisajes sumergidos, alcanza los 20.000 años A.P.
- En períodos de altos niveles marinos se depositan importantes volúmenes de pelitas de origen amazónico. Durante el Cuaternario superior dichos períodos fueron el Último Interglacial (Eemiano), el Holoceno medio (Hypsithermal) y la época actual.

Dinámica actual - La faja litoral y la plataforma proximal están sometidas actualmente a la migración de sedimentos amazónicos mencionados más arriba, junto con aportes fluviales de materiales originados en el Escudo de Guayanas situado al sur. Un estudio de los procesos costeros actuales (Frondefond et al., 1988) revela que la planicie cercana al mar está formada por arena silícea mediana a gruesa. La plataforma proximal, por otro lado, está formada por barro desde la línea de costa hasta 20 metros de profundidad; ese barro impide que la arena marina de la plataforma externa alcance la orilla.

La costa está compuesta por sectores de acreción alternados con sectores de erosión; los primeros constituyen el espacio intermareal de los bancos de barro pegados a la costa firme, cubiertos parcialmente por manglares que probablemente actúan como trampa de sedimentos. Dichas áreas intermarea miden de 20 a 40 kilómetros de longitud y hasta 5 kilómetros de ancho en marea baja. Los sectores en erosión tienen entre 8 y 26 Km de longitud. Ambos tipos de costa están bordeados por playas de arena. En conjunto, en la costa de la Guayana Francesa aparecen seis grandes bancos de barro (tres de los cuales están ubicados en la margen izquierda de la desembocadura de ríos grandes) (Fig. 16). Cada banco incluye dos sectores individuales de acreción.

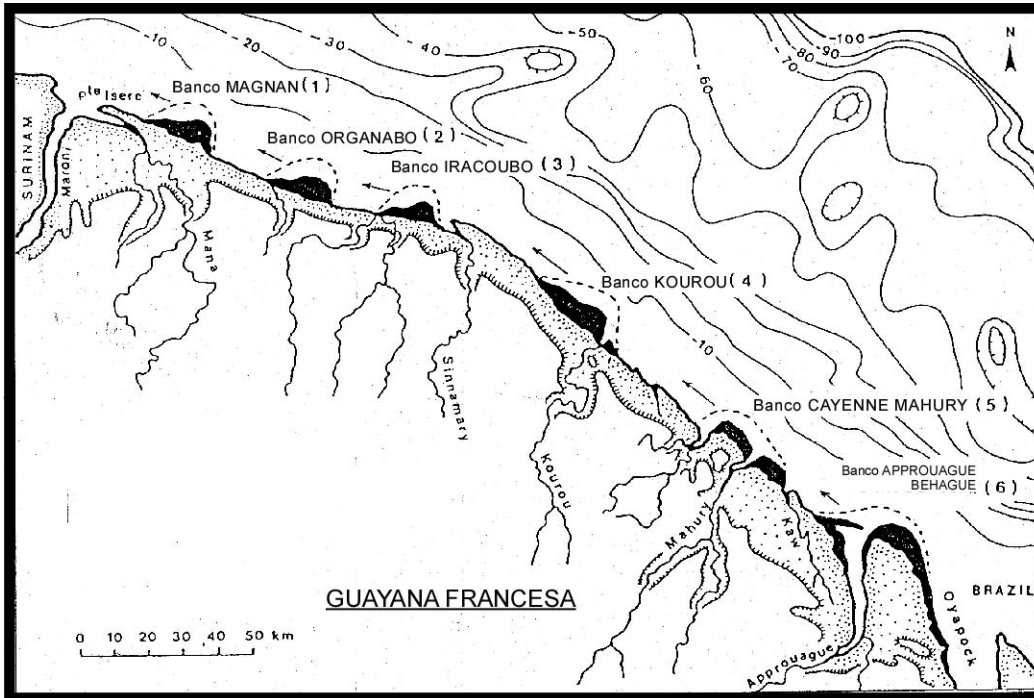


Fig. 16 – Los seis bancos mayores de la Guayana Francesa.

Los grandes bancos tienen patrones morfológicos y sedimentarios semejantes. Cada uno de ellos está bordeado por una pendiente frontal bien marcada hacia el oeste (1/500), una pendiente posterior suave hacia el este (1/3.000) y un sector submareal sumergido hacia el norte. Entre el banco actual y la costa firme se extienden pantanos con manglares o antiguos cheniers (Fig. 17). Generalmente, el depósito pierde identidad a unos 20 metros de profundidad mar adentro, entre 20 y 40 kilómetros de distancia de la orilla. El espesor máximo de un banco varía entre 5 y 10 metros, con un volumen promedio de 3.000 millones de metros cúbicos. El sedimento es un barro fino suelto algo fluido ("sling mud").



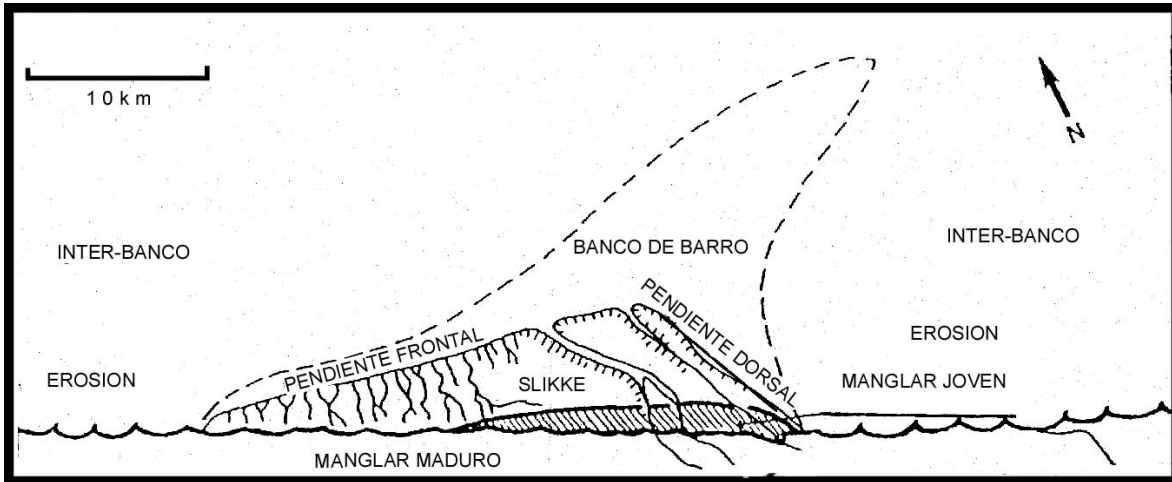
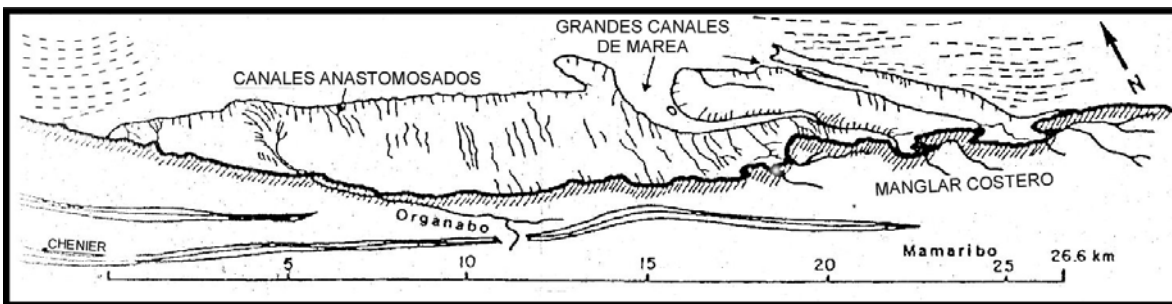


Fig. 17 – Esquema morfológico de un banco de barro intermareal (según Froidefrond et al., 1988)

En la Guayana Francesa los bancos están atravesados por canales de marea, que tienen dos características principales: En el oeste, cerca de la pendiente frontal, son pequeños, numerosos e interconectados, es decir que tienen desarrollo incipiente. Por el contrario, en el este, cerca de la pendiente posterior, tienen mayor tamaño y son menos numerosos (desarrollo maduro); esos canales mayores persisten en algunos casos posteriormente a la fijación de los bancos por los manglares. Otra característica de los canales mayores antiguos es que fluyen frecuentemente a lo largo de la costa a lo largo de varios kilómetros antes de torcer hacia el mar (Fig. 18).



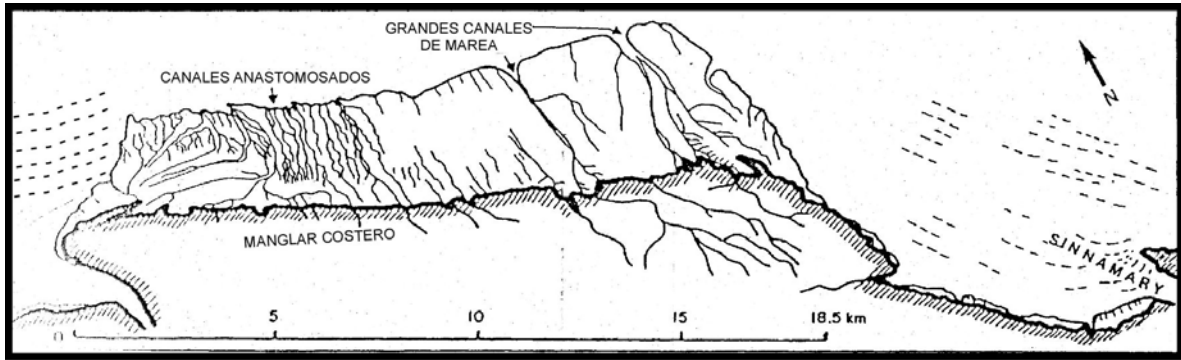


Fig. 18 – Bancos de barro intermareales asociados a los ríos Organabo e Iracoubo (Según Froidefrond, 1988)

Todos los grandes bancos costeros están migrando en dirección oeste-noroeste. Las bocas de los ríos no interrumpen dicho movimiento. Ese desplazamiento ha sido medido a lo largo de varios años en algunos de ellos (Fig. 19).g La velocidad promedio de migración es de aproximadamente 1.000 metros por año, con acortamientos y alargamientos del banco según avance más el frente o el límite posterior.

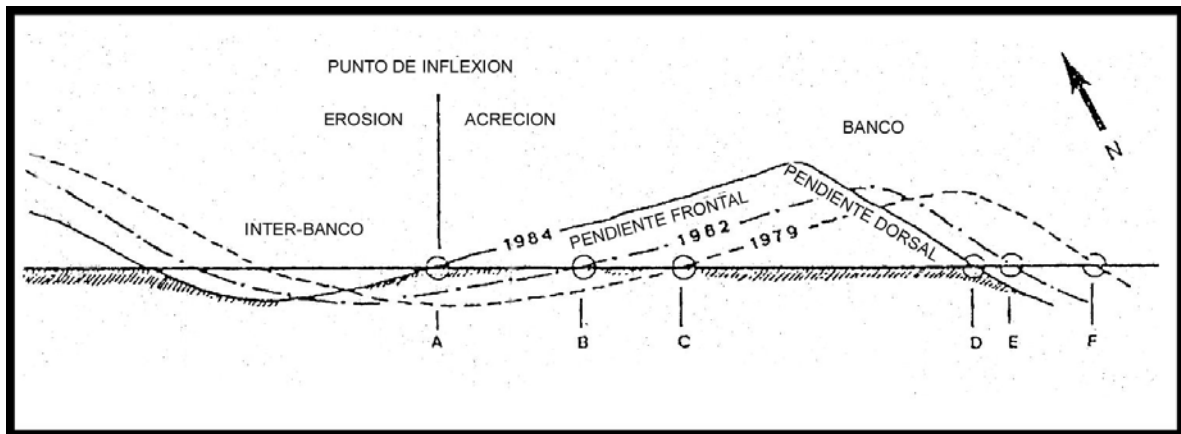


Fig. 19 – Ejemplo de la migración hacia el oeste de un banco de barro intermareal (Según Froidefrond et al., 1988)

Los bancos de barro están separados entre sí por sectores de 20 a 50 kilómetros de longitud sometidos a erosión. La erosión labra en la costa pequeñas

bahías de 200 a 500 metros de ancho, resultando una línea con forma de serrucho. La actividad del oleaje provoca la erosión y acumulación local de troncos de manglar (*Avicenia*) a lo largo de la orilla. En marea baja, queda expuesta una superficie de barro arcilloso consolidado, evidentemente más antiguo que el "sling mud" (que no se encuentra en la zona).

La dinámica litoral es intensa, con permanentes cambios locales en toda la costa de la Guayana Francesa (y también en las otras dos), con neta acumulación de barro en la faja intermareal y pérdida de masa sedimentaria en las líneas de erosión. El resultado general en toda la costa francesa, medido entre 1979 y 1984, es de un balance casi perfecto: acumulación 60 Km<sup>3</sup>/pérdida 58 Km<sup>3</sup>.

Froidefond y colaboradores estiman que todo este proceso es causado por tres factores:

- La Corriente de las Guayanas. Llega a la costa sudamericana desde el Atlántico ecuatorial y transporta los sedimentos suspendidos del Amazonas hacia el noroeste. Según varios investigadores tiene velocidades entre 1 m/seg sobre la plataforma frente a Brasil y 20 cm/seg en la costa de Surinam.
- Migración a lo largo de la costa provocada por oleaje que arriba a la plataforma desde el cuadrante noreste durante todo el año. Tienen una altura promedio de 1-2 metros y llegan a los 4 metros durante el 1 % del tiempo (Nedeco, 1968). Dicho oleaje genera corrientes costeras.
- Corrientes de marea. Son particularmente fuertes en los estuarios de los ríos.

### Los estuarios

Un estudio realizado en el estuario del río Maroni/Marowijne (que forma el límite con Surinam) provee información sobre el origen de los sedimentos estuáricos actuales de ese y otros ríos de la Guayana Francesa, tales como el Mahury y el Oyapock (Jouanneau y Pujos, 1987, 1988). El Maroni es el río más grande del país, con una cuenca de 70.000 Km<sup>2</sup> y 1.700 m<sup>3</sup>/seg de caudal medio anual; la descarga sólida ha sido estimada entre 600.000 y 1.400.000 toneladas anuales (Eisma y van der Marel, 1971) Los resultados fueron los siguientes:

- Hay una clara diferencia entre la arena de la temporada de aguas altas y la de aguas bajas.
- En aguas altas la arena del lecho son gruesas a medianas, bien seleccionadas, y cubren todo el estuario.
- En aguas bajas se forman dos poblaciones: La de la desembocadura, similar a la de aguas altas; y la del tramo aguas arriba, algo más gruesas.

- Los sedimentos finos no muestran variaciones a lo largo del año en tamaño de grano ni en composición mineralógica. En el estuario domina la illita (29-38 %), seguida por las esmectitas (22-28 %) y la clorita (13-19 %). Es decir, una típica asociación amazónica.
- En la parte fluvial, a más de 40 kilómetros de la costa, la composición es definitivamente diferente: caolinita (83 %) con illita subordinada (17 %).

### III - CONCLUSIONES

Se obtuvieron las siguientes conclusiones en este trabajo:

- El Cuaternario de las Guayanas está compuesto por dos sistemas bien definidos, el continental (desarrollado sobre el Escudo de Guayanas) y la Planicie Litoral.
- El sistema continental estuvo caracterizado por el desarrollo de un paisaje de colinas redondeadas, con montañas relictuales intercaladas.
- Las colinas mencionadas están separadas por valles angostos y planos, ocupados por sedimentos del Holoceno superior.
- Existen varios campos de arena eólica holocena, el mayor de los cuales es el de Rupununi (14.000 Km<sup>2</sup>), que limita con los arenales del Río Branco en Brasil.
- La Planicie Litoral está compuesta en forma dominante por sedimentos amazónicos que derivan hacia el norte y noroeste a lo largo de la plataforma atlántica. Las dos formaciones geológicas principales son Coropina y Demerara.
- La Fm Coropina tiene edad pleistocena, fue depositada en dos episodios interglaciales y está caracterizada por sillimanita, circón y estaurólita entre sus minerales pesados.
- La Fm Demerara fue depositada entre 10.000 y 3.500 años A.P. y su asociación de minerales pesados está dominada por estaurólita y circón.
- Se han comprobado cinco episodios de sedimentación y erosión costera durante el Holoceno.
- La dinámica actual de la costa está representada por la migración hacia el noroeste de grandes bancos de barro fluido (sling mud). Se deduce que durante los episodios de alto nivel del mar del Cuaternario la dinámica ha sido similar.

### IV - FORMACIONES GEOLÓGICAS CUATERNARIAS DE LAS GUAYANAS

- Coronie (miembro)
- Mara (miembro)
- Comowine (miembro)
- Coropina
- Coswine
- Demerara
- Moleson (miembro)
- Para (miembro)

## REFERENCIAS

Absy, M., Servant, M. y Absy, M. 1993 – A história do clima e da vegetacao pelo estudo do pólen. *Ciencia Hoje*, 16:26-30. Río de Janeiro.

Argollo, J. e Iriondo, M. 2008 – Cuaternario de Bolivia y Regiones Vecinas. Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" 378 pág. Santa Fe.

Atlas géologique du monde/Geological world atlas. Commission de la Carte Geologique du Monde. UNESCO, París, 1981.

Augustinus, P. 1978 – The changing shoreline of Surinam. Theis Utrecht, 232 pág.

Barreto, L., Milliman, J., Amaral, C. y Francisconi, O. 1975 – Northern Brazil. Contributions to Sedimentology 4. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil , 11-43. Schweizenbart, Stuttgart.

Brinkman, R. y Pons, L. 1968 – A pedo-geomorphological classification and map of the Holocene sediments in the coastal plain of the three Guianas. Soil Survey papers 4. Soil Survey Inst., Wageningen, 40 pág.

Donselaar, J. van 1989 – Part III: The Vegetation. *In: Brokopondo Research Report (Westermann, van der Steen y Hummelinck, eds.)*, 45 pág.

Eisma, D. y van der Marel, H. 1971 – Marine muds along the Guyana coast and their origin from the Amazon basin. *Contr. Miner. Petrol.*, 31:321-334.

Froidefront, J., Pujós, M. y André, X. 1988 – Migration of mudbanks and changing coastline in French Guiana. *Marine Geology*, 84:19-30. Elsevier.

Geijskes, D. 1952 – On the structure and origin of the sandy ridges in the coastal zone of Surinam. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen.* LXIX, 225-237.

Huber, O., Gharbarran, G. y Funk, V. 1995 – Vegetation map of Guyana. 1:1,000,000. Ministry of Agriculture, Georgetown.

IBGE, 1991 – Geografía do Brasil; Regiao Norte- Volume 3, 307 pág. Río de Janeiro.

Iriondo, M. 2012 – Cuaternario de Ecuador, Perú y Chile. Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino". 368 pág. Santa Fe.

Joanneau, J. y Pujos, M. 1987 – Suspended matter and bottom deposits in the Mahury estuarine system (French Guiana): environmental consequences. Netherlands Journal of Sea Research, 21:191-202.

Joanneau, J. y Pujos, M. 1988 - Suspended matter and bottom deposits in the Maroni estuarine system (French Guiana). Netherlands Journal of Sea Research, 22(2):99-108.

Krook, L. 1969 – Investigations on the mineralogical composition of the Tertiary and Quaternary sands in Northern Surinam. Proc. Seventh Guiana Geol. Conf. 1966. Paramaribo. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen, 27:89-100.

Krook, L. 1970 – Climate and sedimentation in the Guianas during the last glacial and the Holocene. Proc. Eighth Guiana Geol. Conf., Georgetown. Dept. of Geology and Mines, Guyana.

Krook, L. 1979 – Sediment petrographical studies in Northern Suriname. Vrije Universiteit Amsterdam, 154 pág. Tesis Académica.

Krook, L. y Mulders, M. 1971 – Geological and pedological aspects of the upper Coesewijne Formation. Contributions to the Geology of Surinam 2. Geol. Mijnb. Dienst Sur. Meded. 21:183-208.

Ledrú, M-P., Blanck, P., Dominique, P., Fournier, M., Martin, L., Riera, B. y Tardy, Ch. 1997 – Reconstitution palynologique de la foret guyanaise au cours des 3.000 dernières années. Géosciences de Surface. C.R. Acad. Sci. Paris, 324(IIa):469-476.

Gibbs, R. 1976 – Amazon River sediment transport in the Atlantic Ocean. Geology, 4:45-48.

Iriondo, M. 1999 – Climatic changes in the South American plains: a continent-size oscillation. Quaternary International 57/58:93-112.

Iriondo, M. 2010 – Geología del Cuaternario en Argentina. Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino, 437 pág. Santa Fe.

Levelt, T. y Quakernaat, J. 1968 – Some results of profile drilling along the railroad between Onverwacht and Zanderij, Surinam. Geol. En Mijnb., 47:340-345.

Meade, R. 1994 – Suspended sediments of the Amazon and Orinoco rivers. Quaternary International, 21:29-40.

Meggers, B. 1994 – Archaeological evidence for the impact of mega-El Niño events on Amazonia during the past two millennia. *Climatic Change*, 28:321-338.

Mulders, M. 1971 – Geologie en geomorfologie van Suriname. Internal Report Dienst Bodemkartering, 47 pág.

Nedeco, 1968 – Suriname transportation study. Report on hydraulic investigation. Nedeco Eng. Consult, 293 pág. The Hague.

Nittrouer, Ch. y De Master, T. 1986 – Sediment processes on the Amazon continental shelf. *Continental Shelf Research*, 6:31-54.

Nota, D. 1971 – Morphology and sediments off the Marowijne river, Eastern Surinam shelf. *Scientific Investigations on the Shelf of Surinam. Hydrographic Newsletter, Special Publication 6:31-35.*

ORSTOM, 1991 – L'evolution des littoraux des Guyanes et de la zone caraibe meridionale pendant le Quaternaire. PICG 274. Cayena.

Ostendorf, F. 1957 – Oms klimaat, natte en droge perioden. *De Suriname Landbow* 5:168-178.

Prost, M. 1986 – Observations sur l'evolution morpho-sedimentaire du litoral guyanais. *International Symp. On Sea Level Changes and Quaternary Shorelines*. Pp. 1-18. Sao Paulo.

Pujós, M., Parra, M. Pons, J-C. y Joanneau J-M. 1990 – Forçage ammazoniensur la plateforme continentale de la Guyane Francaise: Mythe ou realité d'une sedimentation allochtone. *Symposium International sur l'Evolution des Littoraux des Guyanes et de la Zone Caraibe Meridionale Pendant le Quaternaire, Résumes:149:152.* ORSTOM, Cayena.

Pujós, M. y Odin, G. 1986 – *Oceanologica Acta*, 9(4):363-382.

Pujós, M. y Pascual, A. 1992 – Los paleoambientes costeros de la plataforma continental de Guyana y Surinam en el Cuaternario terminal. *VIII Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 2:161-165.* Salamanca.

Santos, J., Nelson, B. y Giovannini, C. 1993 – Corpos de areia sob leitos abandonados de grandes ríos. *Ciencia Hoje*, 16:22-25. Río de Janeiro.

Scherpenzeel, C. (van) 1977 – Klimaat. *In: Encyclopedie van Suriname.* (Bruijning and Voorhoeve, eds):338-347. Elsevier, Amsterdam.

Turenne, 1976

Wijmstra, 1969 – Palynology of the Alliance well. *Geol. En Mijnb.* 48:125-133.

---

---

Figuras en Guyana

Vegetation map of Guyana con la sabana de Rupununi.

Mapa de Guyana.

Figura de un sector de dunas del Google (Rupununi).

Figura del frente de avance de las dunas, con dos etapas.

Figuras en Surinam

Costa del lago Brokopondo.

REFERENCIAS DE SUDAMÉRICA

Argollo, J. e Iriondo, M. 2008 – Cuaternario de Bolivia y Regiones Vecinas. Museo Provincial de Ciencias Naturales “Florentino Ameghino” 378 pág. Santa Fe.

Barreto, L., Milliman, J., Amaral, C. y Francisconi, O. 1975 – Northern Brazil. Contributions to Sedimentology 4. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil , 11-43. Schweizenbart, Stuttgart.

Froidefront, J., Pujós, M. y André, X. 1988 – Migration of mudbanks and changing coastline in French Guiana. Marine Geology, 84:19-30. Elsevier.

Gibbs, R. 1976 – Amazon River sediment transport in the Atlantic Ocean. Geology, 4:45-48.

Iriondo, M. 1999 – Climatic changes in the South American plains: a continent-size oscillation. Quaternary International 57/58:93-112.



Iriondo, M. 2010 – Geología del Cuaternario en Argentina. Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino, 437 pág. Santa Fe.

Meade, R. 1994 – Suspended sediments of the Amazon and Orinoco rivers. Quaternary International, 21:29-40.

Nittrouer, Ch y De Master, T. 1986 – Sediment processes on the Amazon continental shelf. Continental Shelf Research, 6-31-54.

## COLOMBIA

### ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO

La República de Colombia abarca una superficie de 1.141.748 Km<sup>2</sup> desde la latitud de 12° 25'N hasta la de 4° 10'S. Es el único país sudamericano con costas en los océanos Atlántico y Pacífico. Geomorfológicamente está compuesto por varias regiones que a su vez se dividen en sistemas de segundo orden:

La **Cordillera de los Andes** lo recorre de suroeste a noreste, dividida en tres cordones, denominados Cordillera Oriental (que es el más extenso y mejor estudiado), Cordillera Central y Cordillera Occidental. Dichos cordones están separados entre sí por valles estructurales por donde fluyen los ríos más importantes del país, el Magdalena y el Cauca. Con respecto a su historia geológica, los Andes colombianos fueron formados por el adosamiento de dos dominios diferentes, el oriental y el occidental (Julivert, 1973). En el dominio oriental, particularmente en la Cordillera Oriental, existe un Triásico-Jurásico predominantemente continental y un Cretácico marino, separados por una discordancia; este dominio se ha formado sobre una corteza continental de rocas proterozoicas y paleozoicas. El dominio occidental está caracterizado por vulcanismo básico de edad cretácica y por la presencia de rocas ultrabásicas; este dominio se ha desarrollado sobre corteza oceánica. Con respecto a la historia tectónica y magmática, se conoce que durante el Triásico y el Jurásico tuvo lugar la intrusión de plutones y la eyección de lavas ácidas (especialmente en la Cordillera Central). La orogénesis andina se produjo durante el Terciario, en forma relativamente simple en el dominio oriental y acompañada por metamorfismo y esquistosidad en el dominio occidental, produciendo dos estilos

tectónicos diferentes. Desde el Mioceno hasta la actualidad se producen emisiones volcánicas andesíticas en la parte sur de la Cordillera Central.

La Cordillera Oriental está formada por varios ejes anticlinales que afectaron el basamento cristalino. Las crestas sobrepasan en algunos casos los tres mil metros de altura. En el área de Bogotá se han desarrollado cuencas sedimentarias de altura, con sedimentos terciarios recubiertos por depósitos cuaternarios lacustres (Khobzy y Usselmann, 1973).

La Cordillera Occidental está compuesta por tres anticlinorios de rocas cretácicas ofiolíticas intruidas por rocas granodioríticas. En el sur aparece una línea de volcanes terciario-cuaternarios que se prolonga en Ecuador. En su sector central supera los 3.000 metros de altura. La fosa del Cauca (una serie de bloques hundidos) separa a esa cordillera de la Cordillera Central; se han depositado en esa área sedimentos terciarios y terrazas cuaternarias formadas en gran parte por volcanoclastos.

La Cordillera Central es alta y masiva; está coronada por edificios volcánicos que sobrepasan los 5.000 metros de altura en algunos casos. En síntesis, está formada por dos anticlinorios de rocas mesozoicas con ofiolitas atravesadas por batolitos de dioritas. Hacia el norte, esta unidad desaparece en el contacto con las tierras bajas del Caribe. El valle del Magdalena es una serie continua de depresiones tectónicas poco profundas rellenas con sedimentos aluviales terciarios continentales que pasan a sedimentos marinos hacia el norte, en el sistema del Caribe.

Los **Llanos Orientales** son la región más extensa del país. Se extienden desde la Cordillera Oriental hacia el este por más de 500 kilómetros y prosiguen a través de la frontera en Venezuela y Brasil. Se los puede dividir en dos subregiones: una faja de mega-abanicos, los principales de los cuales son los del Caquetá y del Meta, y una región de tierras bajas denominada Amazonia-Orinoquia. En la línea distal de los Llanos colombianos fluye el río Orinoco, colector general de agua y sedimentos.

La **Región del Caribe** está formada por tierras bajas derivadas de la destrucción de las rocas de las cordilleras Central y Occidental y por la Plataforma Continental adyacente. Las tierras bajas están ocupadas por varios sistemas fluviales y pantanos. La Sierra Nevada de Santa Marta y la península de la Guajira son dos sistemas independientes localizados en la región.

El **Pacífico Colombiano** forma una faja estrecha entre la Cordillera Occidental y la costa muy erosionada del océano. El río Atrato es su principal sistema fluvial, que desemboca en el mar de las Antillas; su valle está desarrollado en un sinclinorio de rocas terciarias marinas. La serranía de Baudó o del Chocó es

su único sistema montañoso. Dicha serranía es un relieve de colinas que raramente sobrepasa los 500 metros de altitud compuestas por rocas cretácicas y terciarias marinas plegadas.

## ESQUEMA CLIMÁTICO

La distribución regional de los climas en Colombia es particularmente compleja debido a las diferencias topográficas, en ciertos casos intrincadas, que posee su territorio (Khobzy y Husselmann, 1973).

Las temperaturas varían desde 30°C en el nivel del mar y 0°C a los 4.800 metros de altitud. La amplitud térmica anual es de alrededor de 2 °C pero la variación diurna es grande tanto en las regiones secas como en las húmedas, con valores típicos de 12 a 15 grados centígrados según las estaciones. Debido a la ubicación del país en bajas latitudes, los regímenes estacionales están marcados por las diferencias en precipitaciones provocadas por la oscilación de la ITCZ (Zona de Convergencia Intertropical) combinada con los alisios húmedos del noreste. Los ciclones penetran esporádicamente en el noreste del país. La estación lluviosa principal transcurre desde septiembre hasta diciembre y existe una estación húmeda secundaria entre abril y junio en la mayor parte del territorio. Khobzy y Usselman distinguen varios "dominios" climáticos con las siguientes características actuales:

### El Dominio Frío

- a) *Los glaciares y formas asociadas* – Se conservan en los niveles más altos de la cordillera y reciben el nombre de "nevados" (Nevado de Santa Marta, Nevado del Ruiz, etc.). Están sujetos a una rápida recesión, con retrocesos del orden de los 200 a 500 metros en los últimos 50 años. Son en general de cobertura continua, con escasos afloramientos rocosos, con una orla de rocas estriadas y pulidas en la faja recientemente abandonada por el hielo. El ritmo diurno de las temperaturas hace que el frente del hielo no se desplace activamente, sino que el derretimiento se produce en la base glacial, con surgencia de agua en el contacto con la roca.
- b) *La franja periglacial o páramo superior* - Está caracterizada por bajas temperaturas y altas precipitaciones, lo que ha desarrollado una vegetación particular. Su principal característica es que (aparentemente) hiela todas las noches y las temperaturas son superiores a cero grado desde el amanecer, sin superar los 6 °C. A pesar de dichas condiciones, la

gelifracturación es débil. Este nivel está caracterizado por suelos ácidos y estriados.

- c) *El páramo inferior* – Está dominado por altas precipitaciones y brumas. La vegetación de turberas y formas similares produce espesas capas de humus. Esa cubierta impide eficazmente el desarrollo de arroyos y cauces fluviales.

#### Las laderas boscosas de las cordilleras

Comprende la faja altitudinal con fuertes pendientes entre el páramo y el piedemonte, sujeta a erosión generalizada. Los arroyos son torrentes cortos y muy encajados en laderas de hasta 40 grados de inclinación. Las precipitaciones son abundantes (entre 2.000 y 3.000 milímetros anuales). El bosque se extiende desde los 1.000 hasta los 2.500 metros de altura. Los movimientos de masa son la dinámica dominante en este dominio, aun debajo de los bosques primarios. El horizonte humífero del suelo es débil o inexistente.

Por encima de los 2.500 metros de altitud la vegetación disminuye y cambia de composición y el horizonte humífero del suelo es grueso. Los procesos de erosión son los mismos que en el nivel anterior, aunque más esporádicos; los cauces de agua son también bastante encajados. Las terrazas son raras; aparecen sectores con colinas convexas desarrolladas en rocas muy alteradas.

#### REFERENCIAS

Julivert, M. 1973 – Les traits structuraux et l'évolution des Andes colombiennes. *Revue de Géographie et Géologie Dynamique* (2), vol. XV, Fasc.1-2:143-156, París.

Khobzy, J. y Usselman, P. 1973 – Problèmes de géomorphologie en Colombie. *Revue de Géographie et Géologie Dynamique* (2), vol. XV, Fasc.1-2:193-206, París.

#### FIGURAS

- Mapa de Colombia con sus regiones naturales.