



LA GEOLOGIA DE COLOMBIA

Por:

ALBERTO LOBO-GUERRERO U.

Geólogo, M.Sc.



La Tierra, entendiendo como tal la porción sólida del planeta, es parte principalísima de esa naturaleza inmensamente variada, tremendamente compleja, y de fundamental importancia para el hombre. También esta viva. Tiene una vida muy diferente a la de los seres humanos, diferente a la de los animales, diferente a la de las plantas; pero sin embargo, es vida. El planeta se traslada alrededor del sol; rota alrededor de sí mismo; los vientos resultantes de la energía solar y la rotación llevan masas de humedad de un lugar a otro; al condensarse estas nubes se precipitan en forma de nieve o de lluvia sobre las montañas; la circulación de las aguas y de los ríos bajo la acción de la gravedad lentamente erosiona las montañas rebajando su elevación; los ríos cargados de aluviones sedimentan el material que arrastran en las partes bajas de los valles y eventualmente en el mar; estos materiales rocosos sedimentarios se compactan y litifican; los continentes se mueven lateralmente provocando el plegamiento, fracturamiento y solevantamiento de los materiales de las cuencas sedimentarias para formar nuevas montañas; las intensas presiones y temperaturas generadas en la base de la corteza terrestre provocan la liquefacción parcial de las rocas, cambios en la composición química de los minerales, el metamorfismo de las rocas, el ascenso a través de grandes fracturas hacia la superficie y posteriormente el enfriamiento dando lugar a la formación de cristales, minerales, y nuevas rocas de tipo ígneo intrusivo o volcánico. Toda esta actividad y estos cambios a nivel atómico, cristalino, mineralógico, petrográfico, geomorfológico, tectónico y planetario, ocurren simultáneamente o consecutivamente, en presencia de la vida del reino vegetal y animal a través de los millones de años del tiempo geológico.

Nuestra porción del planeta, Colombia, actualmente en la esquina noroccidental del continente suramericano, tiene una interesante evolución a lo largo de más de los 1780 millones de años datados, causante de la distribución de los diferentes tipos de rocas y la conformación topográfica que hoy se observa.

Al mirar un mapa en relieve del país una de las primeras cosas que sorprenden es la diferencia fundamental entre la parte oriental con muy

escaso relieve y la parte occidental con las imponentes cordilleras andinas. Al examinar las rocas de ambas regiones encontramos también que hay grandes diferencias en la edad y en el tipo petrográfico de las mismas. Fig. N°1. Mapa Geológico de Colombia.

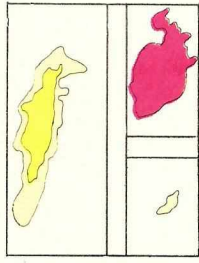
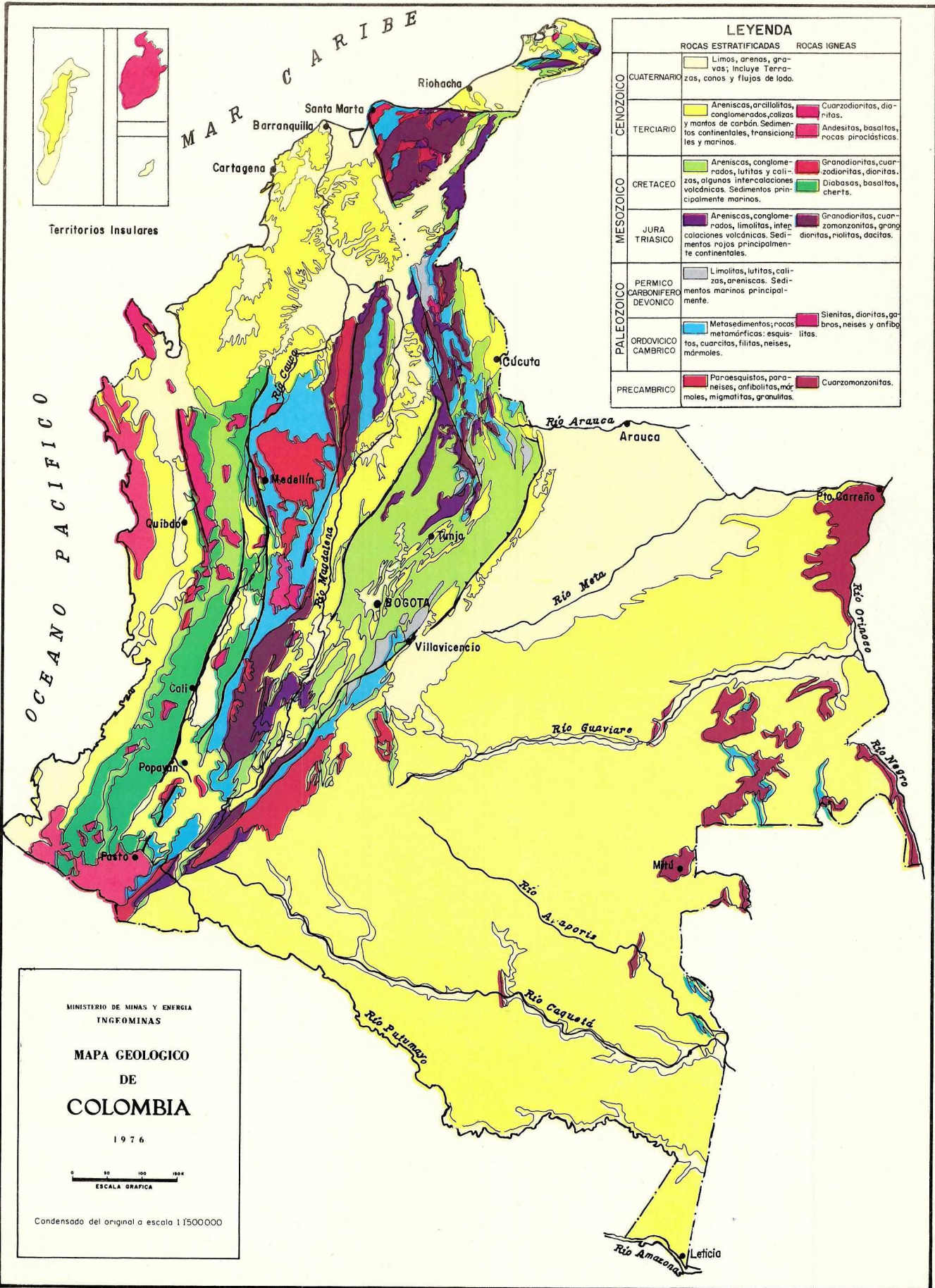
Gran parte de lo que son las comisarías de Guainía, Vaupés y partes de Vichada, Guaviare y Amazonas están compuestas por rocas ígneas intrusivas, volcánicas y metamórficas, como granitos, traquitas y neises del Precámbrico. Cuadro N°1. Tabla del Tiempo Geológico.

Las rocas más antiguas datadas en Colombia son unos neises y granitos que forman parte del Complejo Migmatítico de Mitú, en las cercanías de San Felipe, en el Guainía, con 1780 millones de años. Rocas algo semejantes se han encontrado en la Serranía de La Macarena, el Macizo de Garzón entre Garzón (Huila) y Florencia (Caquetá), entre Libano y Armero en el Tolima, en la Serranía de San Lucas, al oriente de Bucaramanga, en el cerro Jurisdicciones al sur de Ocaña, en la Sierra Nevada de Santa Marta y en el cerro Jojoncito de la Guajira. Las rocas Precámbricas mencionadas formaban parte del núcleo continental antiguo de la parte norte de Suramérica; lo que se llama el Escudo de Guayana.

La erosión de estas rocas durante el Paleozoico Inferior y la sedimentación en mares poco profundos que en esa época llegaban tan al oriente como los departamentos de Caquetá, Meta, Casanare y Arauca, produjo una serie de depósitos sedimentarios marinos, como las formaciones Araracuara, Guejar, Quetame, Cristalina, y Silgará, con faunas fósiles de trilobites, braquiopodos y graptolites.

Durante el Silúrico ocurrió una orogenia (período de plegamiento, fracturación, formación de montañas y levantamiento de las mismas), con lo cual las mencionadas formaciones se anexaron al continente y fueron expuestas a la erosión subaérea.

Hay una transgresión marina (avance del mar sobre el continente) en el Devónico, la cual cubrió toda la zona andina actual y duró prácticamente todo el resto del Paleozoico; al oriente se extendía el continente. En estos mares se depositaron gravas, arenas, y arcillas, en ambientes de aguas poco profundas con abundante vida marina y arrecifes coralinos en las regiones de Jagua (Huila), Sumapaz y Gachalá (Cundinamarca), Río Batá y Floresta (Boyacá), Labateca y Bucaramanga (Santanderes), la Serranía de Perijá (Cesar), Chandua (Sierra Nevada de Santa Marta) y la Serranía de Macuira (Guajira). Simultáneamente se depositaban arcillas en mares poco profundos en la región donde hoy se halla la Cordillera Central y arcillas interdigitadas con flujos de lavas submarinas más al occidente. A finales del Paleozoico tuvo lugar el levantamiento de partes de la Cordillera Oriental, la Cordillera Central, el núcleo de la Sierra Nevada de Santa Marta y algunas serranías de La Guajira. Los sedimentos marinos se habían litificado formando conglomerados, areniscas, arcillolitas y calizas, y con la orogénesis, estas rocas se plegaron y fallaron. Atravesando rocas más antiguas se emplazaron varios cuerpos de rocas ígneas intrusivas en los Macizos de Santander y Garzón. Simultáneamente se metamor-



Territorios Insulares

		LEYENDA	
		ROCAS ESTRATIFICADAS	ROCAS IGNEAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	Limos, arenas, gravas; incluye Terrazas, conos y flujos de lodo.	
	TERCIARIO	Areniscas, arcillolitas, conglomerados, calizas y marfos de carbón. Sedimentos continentales, transicionales y marinos.	Cuarzodioritas, dioritas. Andesitas, basaltos, rocas piroclásticas.
MESOZOICO	CRETACEO	Areniscas, conglomerados, lutitas y calizas, algunos intercalaciones volcánicas. Sedimentos principalmente marinos.	Granodioritas, cuarzodioritas, dioritas. Dibasas, basaltos, cherts.
	JURASICO TRIASICO	Areniscas, conglomerados, limolitas, intercalaciones volcánicas. Sedimentos rojos principalmente continentales.	Granodioritas, cuarzodioritas, riolitas, dacitas.
PALEOZOICO	PERMICO CARBONIFERO DEVONICO	Limolitas, lutitas, calizas, areniscas. Sedimentos marinos principalmente.	
	ORDOVICICO CAMBRICO	Metasedimentos; rocas metamórficas: esquistos, cuarcitos, filitas, neises, mármoles.	Sienitas, dioritas, gabros, neises y anfibolitos.
PRECAMBRICO		Paraesquistos, para-neises, anfibolitas, mármoles, migmatitas, granulitas.	Cuarzomonzonitas.

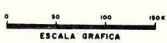
OCEANO PACIFICO

MAR CARIBE

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INGEOMINAS

MAPA GEOLOGICO
DE
COLOMBIA

1976



Condensado del original a escala 1:1500000

Cuadro N° 1-. TABLA DEL TIEMPO GEOLOGICO

<u>ERA</u>	<u>SISTEMA O PERIODO</u>	<u>SERIE O EPOCA</u>	<u>EDAD ABSOLUTA</u> (millones de años)
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	0.01
		Pleistoceno	1.8
	TERCIARIO	Plioceno	5
		Mioceno	22,5
		Oligoceno	33
		Eoceno	51
		Paleoceno	65
MESOZOICO	CRETACICO		130
	JURASICO		204
	TRIASICO		245
PALEOZOICO	PERMICO		290
	CARBONIFERO		360
	DEVONICO		400
	SILURICO		418
	ORDOVICICO		495
	CAMBRICO		530
PRECAMBRICO			3900
RE-ARQUEOZOICO			

fosearon gruesas sucesiones de sedimentos marinos, para dar lugar a los neises, pizarras, esquistos, filitas, cuarcitas y mármoles del Neis de La Cocha, el Grupo Cajamarca, el Grupo Ayurá-Montebello y los intrusivos néisicos de la Cordillera Central.

Luego del levantamiento de la Cordillera Central el mar que ocupaba la zona andina quedó dividido en dos partes: en el Triásico el ramal occidental continuaba con sedimentación de mar abierto y vulcanismo submarino; el ramal oriental, que llegaba por el sur hasta el departamento del Tolima, tenía sedimentación marina de poca profundidad, como las calizas de la formación Payandé. Además, en algunas zonas del borde oriental de la Cordillera Central, la Sierra Nevada de Santa Marta y la Guajira, se desencadenó un fuerte vulcanismo continental, con las riolitas, ignimbritas y rocas piroclásticas de las formaciones Luisa del Huila y Tolima, y la formación Guatapurí del Cesar. Durante el Jurásico se depositaron gruesos espesores de rocas sedimentarias de origen continental, con capas rojas de conglomerados y areniscas principalmente, posiblemente en ambientes desérticos, en amplias extensiones del Putumayo (Fm. Mocoa), Tolima-Huila (Fm. Saldaña), Santander (Grupo Girón), Bolívar (Fm. La Mojana y Morrocoyal), Serranía de Perijá (Fm. La Quinta) y Guajira (Fm. Corual). En este periodo también se observa actividad ígnea intrusiva y extrusiva, con el emplazamiento de enormes masas de cuarzodiorita y granito en el sur de la Cordillera Central, el Batolito de Ibagué, y en el centro de la Sierra Nevada de Santa Marta, los Batolitos de Pueblobello, Patillal, Bolívar, Atánques, etc.

Llega el Cretácico y con él una nueva transgresión marina.

El brazo del mar al oriente de la Cordillera Central avanza hacia el sur hasta el Putumayo. En Cundinamarca se depositan durante el Cretácico doce kilómetros de espesor en sedimentos marinos normales en una cuenca que se fué hundiendo lentamente, y en Santander, unos cuatro kilómetros de sedimentos. Mientras tanto, al occidente de la Cordillera Central continuaba la sedimentación de mar abierto y vulcanismo diabásico submarino. (Grupo Diabásico y Grupo Dagua). Los sedimentos provenían de la Cordillera Central, de los macizos Paleozoicos Garzón, Quetame, Floresta, Santander, Sierra Nevada de Santa Marta, Guajira, y de la región del Escudo de Guayana. El Cretáceo es especialmente rico en fósiles: las Amonitas, tan comunes en tantas partes de la Cordillera Oriental, como en Villeta, Cáqueza, Pacho, Villa de Leiva, Velez, etc. y esos enormes reptiles, como los Plesiosaurios, encontrados en Villa de Leiva. La materia orgánica que se depositaba en las cuencas sedimentarias vendría a constituir, con el tiempo, el petróleo y el gas que hoy se halla en los sedimentos litificados del Valle Alto y Medio del Magdalena, la costa del Caribe, los Llanos Orientales y la Hoya del Catatumbo.

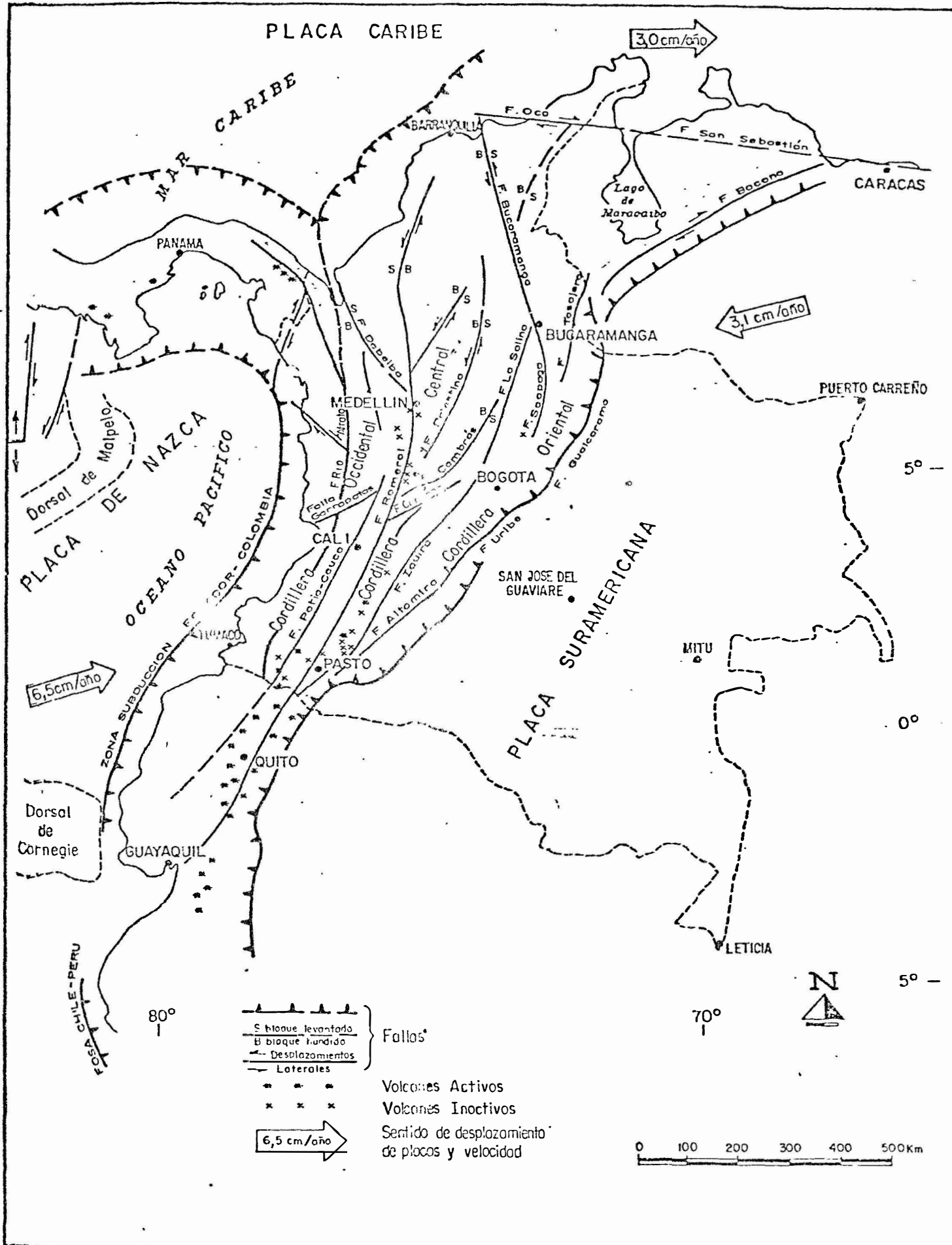
Al final del Mesozoico hay mucha actividad tectónica; se emplazan el Batolito Antioqueño y el Batolito de Sonsón, (cuarzodiorita, granodiorita y



cuarzomonzonita), y comienza el plegamiento de toda la gruesa sucesión de sedimentos con el retiro del mar de lo que es hoy la Cordillera Oriental. Asociados a estos batolitos está el oro filoniano de Segovia, Remedios, Anorí, Zaragoza, Amalfi, Abejorral (Antioquia). También el de California y Vetas en Santander. Aparece una fractura de enorme longitud, la falla Romeral; que corre a lo largo del flanco occidental de la Cordillera Central, desde el Golfo de Guayaquil en el sur, hasta la región de Carmen de Bolívar en el norte. El conjunto de fallas de Palestina al lado oriental de la Cordillera Central también se origina en esta época. Nuestras famosas esmeraldas, cristales de berilo, se formaron en vetas, diques y rellenos de fractura entre rocas sedimentarias del Cretácico Inferior. Fig. N°2. Modelo Tectónico Actual de Colombia.

En el Terciario los mares se retiran de la mayor parte del territorio colombiano. Subsiste una franja con gruesa sedimentación marina al occidente de la Cordillera Central en Nariño, Cauca, Valle, Chocó, Córdoba, Sucre, Atlántico, y las zonas bajas de Bolívar, Magdalena, Cesar y Guajira. El resto del país es continente, con extensas zonas pantanosas en donde hasta fines del Cretácico hubo mares poco profundos, rodeados por montañas. En estas extensas ciénagas y zonas deltáicas del Paleoceno se acumularon los restos vegetales entre las arcillas y las arenas que con el transcurso del tiempo geológico se convertirían en los grandes depósitos de carbón mineral con que hoy cuenta Colombia. (Las formaciones Guaduas, Cerrejón, Los Cuervos, etc.) Con el comienzo del plegamiento se formaron serranías de estructura anticlinal y valles sinclinales intermedios, los cuales fueron condicionando las hoyas de drenaje. Aún no existía el río Magdalena tal como hoy se encuentra desde San Agustín hasta Barranquilla. Hubo presiones orogénicas en el Eoceno Inferior, la Orogenia Pre-Andina, plegando aún más las estructuras y levantándolas por encima del nivel general de erosión y motivando el desplazamiento de bloques de las rocas más rígidas de la Cordillera Central. Nacen las fallas de Altamira, Teruel, Cambrás, Alto del Trigo, La Salina, Soapaga, Bucaramanga-Santa Marta, Oca, y el tren de fallas que bordea la Cordillera por el oriente, Mocoa-Uribe-Guaicaramo, y al mismo tiempo se produce un desplazamiento dextrolateral de 28 kilómetros en la falla de Palestina. En las cuencas sinclinales y en las fosas tectónicas se fueron acumulando gruesas sucesiones de sedimentos fluviales y lacustres. En la cuenca del Chicamocha se formaron los depósitos estratificados de hierro oolítico de la Formación Concentración explotados por Acerías Paz del Río. Al oriente de lo que vendría a ser la Cordillera Oriental, en el Putumayo, Caquetá y Amazonas y en el Meta, Vichada, Casanare y Arauca, se depositaron sedimentos fluviales y lacustres. En el Terciario Medio se emplazaron grandes masas dioríticas en la esquina norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la Península Guajira, en Caldas y en la Cordillera Occidental.

Prosiguen los plegamientos y fallamientos en toda la zona andina y comienza el solevamiento de la Cordillera Occidental limitada al oriente por





La falla Patía-Cauca. Se individualizan los valles del Magdalena y del Cauca, limitados por grandes fallas a partir del Mioceno, en la Orogenia Protoandina. En sistemas deltáicos del valle alto del Cauca y del valle medio del Cauca se forman los que hoy son los depósitos carboníferos del Cauca, Valle del Cauca y Antioquia. Los de Córdoba se formaron en el bajo Cauca del Terciario Medio. En la fosa del Alto Magdalena se depositaron casi 6000 m de sucesiones fluviales y lacustres con aportes volcánicos andesíticos de la Cordillera Central, y en el Medio Magdalena entre 2500 y 3600 m. (Grupos Honda y Real). En el borde oriental de la Cordillera Oriental también hay depósitos fluviolacustres en las formaciones Caja y la Corneta, con un espesor de 3200 m. En esta época en la región de San Andrés y Providencia hubo vulcanismo submarino básico y sobre estos volcanes sumergidos se desarrollaron arrecifes coralinos. La intensa meteorización tropical de rocas ultrabásicas en el norte de la Cordillera Occidental produjo los suelos lateríticos y la mineralización de níquel y hierro de depósitos como Cerro Matoso, en Córdoba.

La Orogenia Andina del Plioceno Superior ocurre hace 4,5 a 3 millones de años, acompañada por extenso vulcanismo andesítico en las cumbres de la Cordillera Central, sobre los alineamientos de la falla de Palestina y otras, en el sur de la Cordillera Occidental, y en Panamá. Vale la pena anotar que antes del Plioceno no hubo conexión por tierra entre Sur y Norte América. Con el nacimiento del Istmo la fauna de Suramérica y Norteamérica pudo migrar de uno a otro continente y en Colombia se desarrolló una riquísima evolución fruto de nuestra posición geográfica y topográfica. La Orogenia Andina es el período más fuerte de deformación y sollevamientos de los Andes. Asociado a este vulcanismo dacítico y andesítico hay múltiples filones de oro en la Cordillera Central desde Nariño hasta Antioquia y en el Cauca. Además, en todo el cinturón plegado del Sinú, desde el Golfo de Urabá hasta Galerazamba se desarrolló un vulcanismo y plutonismo sedimentario con numerosos volcanes y diapiros de todo.

El Cuaternario está caracterizado por la elevación de las Cordilleras Andinas hasta su altura actual. Es notable que hasta hace solo unos dos millones de años el curso del río Magdalena se integró entre San Agustín y Barranquilla; antes, el tramo aguas arriba de Girardot incluyendo la hoya del río Bogotá era la hoya alta de un sistema fluvial que fluía hacia el río Amazonas. Hace aproximadamente un millón de años ocurrió el Pulso Orogénico Andino Tardío, con un nuevo levantamiento y la reanudación de fuerte erosión. En el mundo, el Cuaternario es notable por el recubrimiento de una gran parte del globo terrestre por glaciares o capas de hielo móviles de gran extensión. En nuestro país también los hielos tuvieron mucho mayor extensión que en la actualidad. Durante el Pleistoceno Medio hubo glaciación de montaña en todas las cordilleras por encima de los 2600 m, con la consiguiente acción erosiva y sedimentaria de los hielos. Hubo variaciones climáticas que causaron el avance y retroceso de los glaciares. En las tierras bajas aledañas a nuestras cordilleras,

Los ríos provenientes del deshielo acumularon grandes cantidades de sedimentos en los valles aluviales del Magdalena, Cesar, San Jorge, Cauca, Meta, etc. Algunos grandes lagos de las altiplanicies, como el de la Sabana de Bogotá, el de Ubaté-Chiquinquirá, el de Tuta-Paipa-Duitama-Sogamoso, el del Valle de Aburrá, el de Rionegro, el de Túquerres-Guachucal-Cumbal, etc. se fueron colmatando inexorablemente con los aportes de sus tributarios. De estos enormes lagos aún hay restos como los lagos de Tota y La Cocha.

Como resultado de las glaciaciones andinas se formaron muchísimas lagunas. Entre éstas se destacan las que hay al pie de los glaciares de la Sierra Nevada de Santa Marta, las bellísimas Naboba, Achocuareba, Yibuchaguiruru, y decenas más. Durante el Pleistoceno lentamente fueron emergiendo las islas del archipiélago de San Andrés y Providencia, dentro de lo que se llama la Cuenca de Colombia, en el mar Caribe.

Ya en el Pleistoceno Superior hay pruebas de la presencia del hombre prehistórico en la Sabana de Bogotá, contemporáneo de mastodontes, el caballo americano y venados. (Hace 11740 años).

En el Cuaternario ha habido una gran actividad eruptiva en la parte central de la Cordillera Central y en el sur de la Occidental: 38 volcanes, de los cuales hay 12 activos, 8 de ellos con historia de erupciones (Ruiz, Tolima, Puracé, Doña Juana, Galeras, Cumbal, Cerro Negro y Mayasquer), y 4 en estado de fumarolas (Mesa Nevada de Herveo, Machín, Huila y Azufra). Varios de estos picos volcánicos son nevados.

La acción erosiva de nuestros gigantes ríos es una constante de la geología colombiana de hoy. Los más importantes yacimientos auríferos en Antioquia, Chocó, Cauca y Nariño son los de origen aluvial. Los imponentes cañones del Chicamocha, del Cauca, del Patía, del Guavio, del Porce y tantísimos otros, los saltos como el de Tequendama, los raudales del Guaviare o de Araracuara, son el elocuente ejemplo de la labor fluvial. Las aguas subterráneas también erosionan en las rocas calcáreas formando las maravillosas grutas, cavernas, puentes naturales y ríos perdidos de la Cueva de Los Guácharos (Huila), Cueva de Tuluní (Tolima), Cavernas del Nus (Antioquia), las numerosas cavernas de Vélez (Santander), la Cueva de Morgan (San Andrés) y muchas otras.

Los ríos Mira, Patía y San Juan han ido construyendo lentamente sus deltas hacia el Pacífico y lo mismo sucede con el Atrato, el Sinú y el Magdalena, en el Caribe. El río Magdalena, que hoy sale al mar por Bocas de Ceniza, tuvo otras desembocaduras durante el Cuaternario: el sector de Barbacoas, al sur de la isla de Barú; la región de Galerazamba, y la región de Ciénaga Grande, en el Magdalena. Aún hay vulcanismo sedimentario en el borde de la costa del Caribe y en la plataforma, como periódicamente nos lo recuerdan los volcanes de lodo de Los Córdoba, Arboletes, Galerazamba y muchos otros.



La actividad tectónica de los Andes aún no ha cesado; testigo de ella son los terremotos que periódicamente sacuden nuestro territorio, el hundimiento de algunas regiones y el levantamiento de otras. El sísmo del 31 de marzo antepasado que destruyó la ciudad de Popayán, fué producido por un desplazamiento a solo 20 km de profundidad en la falla de Julumito, un ramal del sistema Romeral. Aún están frescos los daños en Tumaco y la Costa Pacífica por el terremoto del 12 de Diciembre de 1979 originado en la Fosa Ecuador-Colombia, los del terremoto de Manizales el 23 de Noviembre de 1979 originado en la falla de Romeral, y se recuerdan muchos otros de años anteriores como el que afectó principalmente el valle alto del Magdalena el 7 de Febrero de 1967 sobre la falla de Uribe, y el que destruyó a Cúcuta el 18 de Mayo de 1875, originado por la falla Tasajero. El territorio colombiano sufre los efectos de la colisión y movimiento relativo de tres grandes placas de la corteza terrestre: la de Nazca al occidente, la Placa Suramericana al oriente y la Placa Caribe al norte.

Entre las dos primeras hay un par compresivo donde se encuentra la cadena montañosa de los Andes; la tercera se mueve lateralmente al oriente con respecto de la Placa Suramericana.

Estamos en el Holoceno, los últimos 10.000 años de vida del planeta; durante el mismo encontramos un paisaje geológico semejante al actual. El hombre americano se fué desarrollando y léntamente evolucionando, adaptándose a su ambiente y lo mismo sucedía con las demás especies animales y vegetales. Sobre nuestras montañas, sobre los valles y cañones interandinos, sobre nuestros llanos, a lo largo de las extensas costas, sobre nuestros desiertos, siguen trabajando todos los agentes geológicos internos y externos que hemos visto son los forjadores de nuestro territorio.

En la búsqueda de nuestra identidad como nación, en la cual estamos empeñados tantos, hallamos que otra de nuestras realidades es el desconocimiento del medio físico que nos rodea, no sólo entre el común de las gentes colombianas sino entre buena parte de la comunidad académica. Si queremos crear entre todos una nueva sociedad, una sociedad sana, una sociedad bien construida, seguramente tendremos que comenzar por sus bases. Pues bien, una de esas bases, tal vez la más sólida, es precisamente la roca sobre la cual estamos fundados. Tenemos aquí el derecho, el privilegio, y la necesidad de estudiar la porción del planeta que nos tocó en suerte y comprender cómo se formó, cómo ha evolucionado, cómo está dispuesta, cómo actúa hoy en día, cómo se relaciona con los medios líquidos, atmosféricos, biológicos y del conocimiento que la rodean.

Somos muy afortunados. El país está excepcionalmente bien situado sobre el globo terrestre; medio país yace bajo mares tropicales y ecuatoriales; el otro medio es continente. Está algo mejor conocido. En parte está for-



8.

mado por rocas antiquísimas, el Escudo Precámbrico de la región oriental del país y en parte por rocas jóvenes, la Cordillera de los Andes. Como resultado tenemos una variada y compleja geología con muchísimos recursos minerales, más que abundante agua y numerosas fuentes de energía (solar, nuclear, geotérmica, fósil, hídrica y vegetal). Es decir, todo; para seguir construyendo nuestra cultura y desarrollando nuestra propia sociedad por nuestros propios medios.

Bogotá D.E., Abril 30 de 1987

Referencia: Revista AVANTE, Ingenieros Militares; Ejército de Colombia; N°09-Agosto, 1985; Bogotá D.E.