

UN ARCO DE ISLAS TERCIARIO EN EL OCCIDENTE COLOMBIANO¹

Jaime Galvis Vergara

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN

INTRODUCCION

MARCO GEOLOGICO GENERAL	10
CONJUNTO DE SEDIMENTOS MARINOS Y ROCAS BASICAS DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL	10
CINTURON MAGMATICO TERCIARIO AL ORIENTE DE LA CUENCA ATRATO-SAN JUAN	12
LA CUENCA ATRATO-SAN JUAN	16
SERRANIA DEL BAUDO, DEPRESION COSTERA Y PENINSULAS	18

Rocas Igneas del pie de la Sabana del Baudó

Rocas Igneas de la Península de Cabo Corrientes

Sedimentación en la Región de Cabo Corrientes

Sedimentos de la Zona Continental del Área

Sedimentos de la Parte Peninsular

Arrecifes Calcáreos y otros Sedimentos Recientes

TECTONICA	31
-----------------	----

MODELO ESTRUCTURAL, DE ACUERDO A LA	
-------------------------------------	--

TECTONICA DE PLACAS	32
---------------------------	----

BIBLIOGRAFIA

1. Manuscrito recibido: Junio, 1980.

- Fig. 1 Mapa de Localización
Fig. 2 Imagen de Satélite Chocó
Fig. 3 Imagen de Satélite Nariño
Fig. 4 Mapa Geológico de Cabo Corrientes
Fig. 5 Mapa de Nomenclatura geográfica de Cabo Corrientes
Fig. 6 Diagrama SiO_2 vs. FeO/MgO de las rocas ígneas de Cabo Corrientes.
Fig. 7 Diagrama de álcalis/ SiO_2 de las rocas ígneas de Cabo Corrientes.
Fig. 8 Diagrama MFA de las rocas ígneas de Cabo Corrientes.
Fig. 9 Diagrama CNK de las rocas ígneas de Cabo Corrientes.
Fig. 10 Diagrama de álcalis vs los basaltos de Cabo Corrientes.
Fig. 11 Esquema Tectónico.
Fig. 12 Sección indicando situación al comienzo del Eoceno.
Fig. 13 Sección indicando situación en el Oligoceno.
Fig. 14 Sección indicando situación actual.
Fig. 15 Sección entre los grados 4 y 5 de latitud Norte indicando la localización de los epicentros de actividad sísmica.
Fig. 16 Sección entre los grados 5 y 6 de latitud Norte indicando la localización de los epicentros de actividad sísmica.
Fig. 17 Sección entre los grados 6 y 7 de latitud Norte indicando la localización de los epicentros de actividad sísmica.

RESUMEN

Dentro de la Geología Colombiana es un detalle interesante que se presenten batolitos y stocks de rocas ígneas ácidas al occidente de la falla de Romeral y de las rocas oceánicas de la Cordillera Occidental.

La explicación del magmatismo que originó los batolitos de Acandí, Mande y otros cuerpos intrusivos al Sur del país, lógicamente tiene que buscarse en un choque de placas al occidente a una distancia adecuadamente grande de la línea magmática Acandí-Mandé, por lo que se buscaron datos y evidencias en la zona costera del Baudó, que han permitido sustentar esa idea.

INTRODUCCION

El área a que se hace referencia en este trabajo es la gran faja que se extiende entre la Cordillera Occidental y el Océano Pacífico y desde la Frontera con Panamá hasta el Ecuador.

La zona norte Chocó - Antioquia, se usa como tipo por ser la más conocida geológicamente y en la que parecen estar mejor expuestas las unidades que se describen, siendo lo referente a la Costa de Cauca y Nariño, principalmente informaciones verbales, interpretación de imágenes de radar y analogías inferidas.

Las principales fuentes de información fueron:

Antiguos reportes y datos del Servicio Geológico Nacional, Trabajos del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, Alvarez y González, 1978. Publicaciones de la Universidad Nacional, Facultad de Minas de Medellín. Toussaint y Restrepo, 1975. Botero, 1963. Antiguas publicaciones sobre el geosinclinal de Bolívar, Schuchert, 1935. Nygren, 1950. Información estratigráfica de los pozos petroleros Opogodó 1, Urodó 1 y Buchadó 1 y de los códigos estratigráficos de Colombia y Panamá. Tesis de Grado de A. Estrada, 1972. D. Barrero, 1979. J. Alvarez, 1979. Informaciones verbales de A. Ponce, J. Bueno, E. Escorce y A. León.

Datos de epicentros e hipocentros sísmicos de Interconexión Eléctrica S.A. Por último la información colectada por el autor en las regiones del Oriente y Centro del Chocó y de la zona de Acandí y lo observado en la región de Cabo Corrientes, donde contó con la valiosa colaboración del geólogo Raúl Muñoz.

Más que una investigación exhaustiva, este trabajo es la postulación de una hipótesis acerca de la evolución tectónica de la zona Pacífica Colombiana como un arco de islas de acuerdo a un esquema de tectónica de placas.

MARCO GEOLOGICO GENERAL

El área objeto de este artículo presenta cuatro fajas en dirección Norte-Sur que geológicamente pueden definirse como: al extremo oriental lo que podemos denominar provisionalmente como Cordillera Occidental propiamente dicha, que comprende rocas basálticas y sedimentarias de ambiente oceánico, instruidas por plutones calcoalcalinos de poca extensión. (Figura 1)

A continuación hacia el occidente y separado de la unidad anterior por fallas escalonadas y en el sector comprendido entre el río Murri y Urabá por una cuenca sedimentaria, se encuentra lo que se podría denominar complejo ígneo de Mandé, que comprende rocas volcánicas de composición que varía desde basaltos hasta dacitas y riocacitas y rocas intrusivas e hipoabisales en composiciones de gabro, diorita, tonalita y en algunos sitios granodioritas.

La siguiente unidad geotectónica que podemos observar al Occidente es una cuenca sedimentaria que comprende principalmente arcillolitas y limolitas, con intercalaciones de calizas y areniscas; hacia el tope se presentan sedimentos de carácter continental con intercalaciones de piroclásticos.

La siguiente franja la comprenden la Serranía del Baudó propiamente dicha y la zona costera junto con las penínsulas, en la cumbre de la Serranía se presentan los sedimentos mencionados en lo referente a la cuenca, hacia la vertiente Occidental, se observaron rocas basálticas infrayaciendo dichos sedimentos y en las penínsulas, rocas basálticas separadas de las anteriores por un gran fallamiento que se refleja en las depresiones de Coquí — Arusí-Cuevita y Bahía Solano-Utría. Sobre los basaltos de las penínsulas reposan grandes masas de turbiditas así como en parte de las depresiones y sobre todo lo anteriormente mencionado, arrecifes calcáreos.

De las cuatro grandes unidades geotectónicas mencionadas se hará una descripción más amplia a continuación, siendo muy corta la referencia a la primera dado que es la más conocida en la literatura geológica colombiana.

CONJUNTO DE SEDIMENTOS MARINOS Y ROCAS BASICAS DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL

Comprende lo que se ha denominado en Antioquia, Grupo Cañas Gordas (Alvarez, 1971) que incluye: (según Alvarez y González, 1978) un grupo sedimentario (formación Penderisco) y un grupo volcánico (Formación Barroso).



LOCALIZACION

Fig - 1

Dentro del grupo Sedimentario, un miembro inferior compuesto de shales y grauvacas y un miembro superior calcáreo-lidítico. El grupo volcánico incluye diabasas, espilitas, hialoclastitas, propilitas, basaltos feldespáticos y gabros. Entre estas vulcanitas se presentan intercalaciones lidíticas. El Grupo Cañas Gordas se considera de edad cretácea.

En el centro y sur de la Cordillera Occidental, la denominación usada, es la creada por Nelson (1957), en la que el llamado Grupo Dagua, incluye una secuencia de metaareniscas arcósicas y grauváquicas, metacaliza, metachert y pizarras negras y rojas que Barrero (1979) denominó Formación Cisneros y una secuencia de chert y shale silíceo, areniscas grauváquicas y calizas que Hubach (1934) denominó Formación Espinal.

El grupo de metasedimentos de la Formación Cisneros presenta una notoria analogía con la formación Penderisco del Grupo Cañasgordas.

El Grupo Diabásico (Nelson, 1954) presenta basaltos, diabasas, gabros, hialoclastitas e intercalaciones de chert y con algunos complejos ultrabásicos incluidos tales como el de Bolívar (Valle del Cauca). El Grupo Diabásico puede a grosso modo correlacionarse con la Formación Barroso.

Las intrusiones de rocas ácidas e intermedias que cortan la litología mencionada, se tratarán en conjunto con los batolitos del márgen oriental de la cuenca Atrato San Juan.

La edad de la Formación Dagua y el Grupo Cañas Gordas parece fuera de toda duda y hay una total unanimidad dentro de los autores consultados en considerarlos de edad cretácea.

Respecto a estas unidades no se hacen más comentarios en el presente trabajo dado que prácticamente pueden considerar una especie de antepaís de los procesos que se van a mencionar en las unidades geológicas al Occidente.

CINTURÓN MAGMÁTICO TERCIARIO AL ORIENTE DE LA CUENCA ATRATO-SAN JUAN

Al Occidente del conjunto litológico antes mencionado, se extiende una faja discontinua de batolitos, stocks y rocas volcánicas comagmáticas con ellos, que comprende el batolito de Acandí, Cerro El Cuchillo, batolito de Mandé, pequeños stocks innominados en la región de los ríos Sipi y Cajón en el Chocó, stocks de las vertientes del Oeste de la Cordillera Occidental en Cauca y Nariño, formando en este último departamento una faja continua en conjunto con vulcanitas comagmáticas, claramente diferenciables en imágenes de radar (ver Figuras 2 y 3). Esta serie de cuerpos ígneos en la parte norte está separado de la

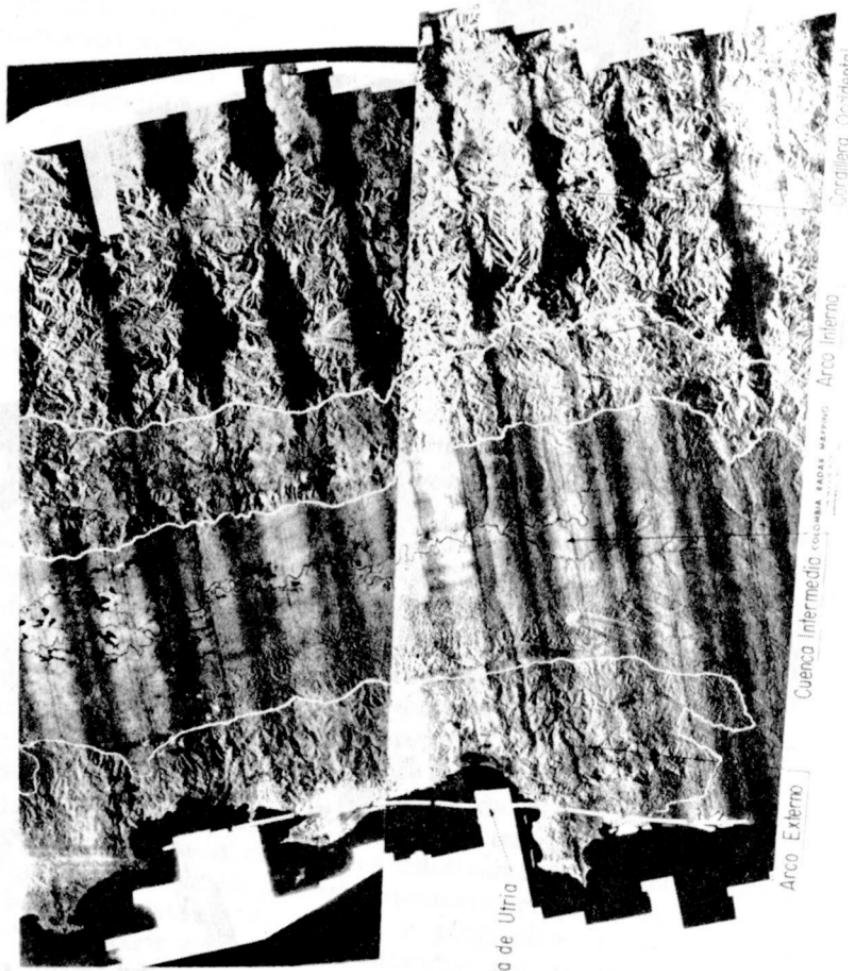


Fig. 2

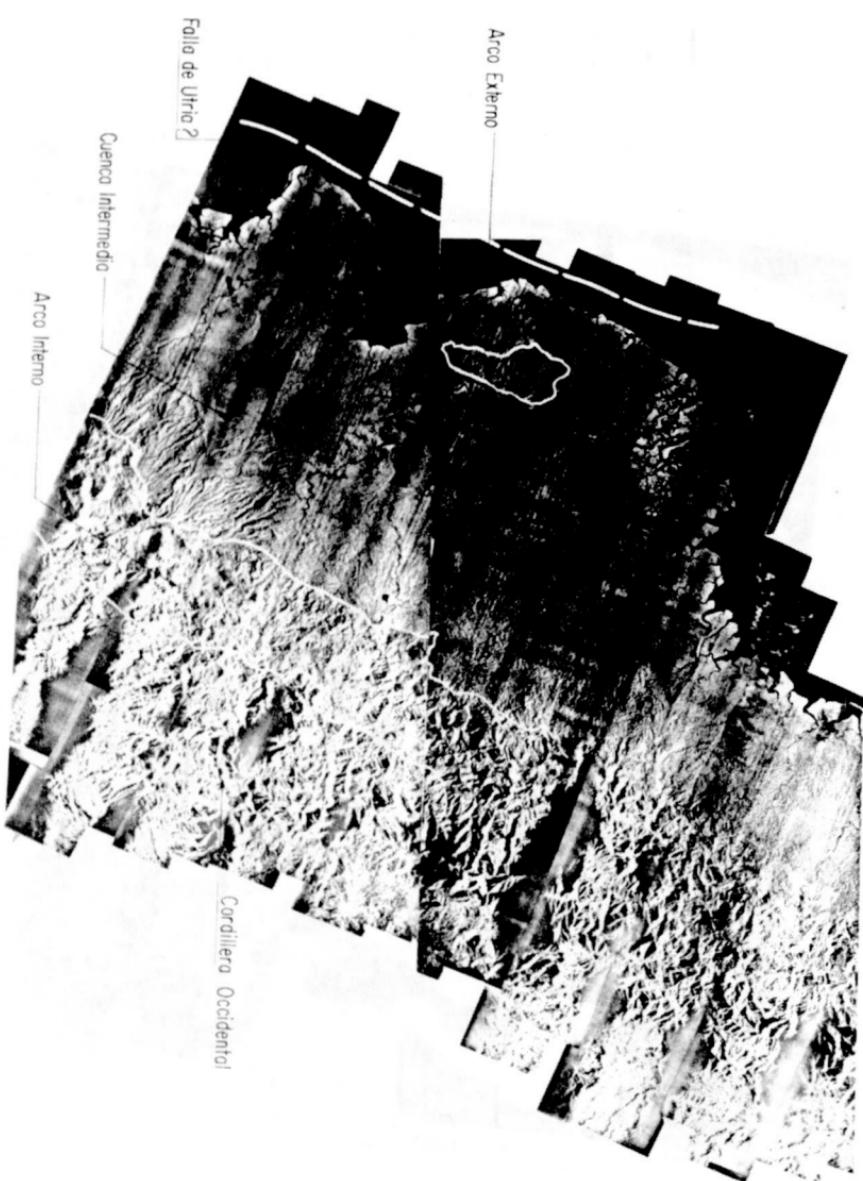


Fig. 3

Cordillera Occidental por un sistema de fallas escalonadas, observables desde Acandí, a lo largo de Río Asti. En la región del Río Murrí existe una cuenca sedimentaria estrecha y alargada, paralela a estas fallas que se extiende hasta el Río Sucio donde se confunde con la llanura de Urabá. Areniscas pertenecientes a esta cuenca pueden observarse en la hacienda "La Corporal" en el camino Urrao-Mandé. El contacto fallado entre unidades pertenecientes al conjunto de la Cordillera Occidental y el Batolito de Mandé es observable también en la zona del Caserío de Guarato, en límites entre los departamentos de Chocó y Risaralda. Al Occidente, esta faja intrusivovolcánica se ve limitada, en contacto intrusivo con rocas de la base de la secuencia sedimentaria de la cuenca Atrato-San Juan, y en partes el contacto está cubierto por una sedimentación más reciente.

La composición más frecuente entre las rocas intrusivas de la faja ignea en mención es tonalita, caracterizada por la presencia de hornblenda verde pálido, casi inexistencia de biotita, extrema escasez de feldespato de potasio, excepto escasos ejemplos en que el contenido de éste llega hasta composición granodiorítica, en general es frecuente la plagioclasa zonada, y muy frecuentemente la roca presenta cierto carácter porfirítico, en muchos sitios puede observarse un paso gradual desde una roca equigranular hasta marcadamente porfirítica.

La composición diorítica es menos frecuente y en muchos casos se presenta una disminución gradual del cuarzo de una tonalita hasta pasar a una diorita hornbléndica, en sectores en una forma totalmente caprichosa. Rocas de composición gabbroica se han observado en pequeñas apófisis en la cuenca del San Juan, región de Profundó e Iró y en la cuenca del Acandí Seco. En lo referente a las vulcanitas, es posible observar basaltos en sitios como Engrivado sobre el Río Andáqueda y algunas áreas de la cuenca media de Murrí y en la zona de Acandí.

En general se trata de basaltos compuestos de labradorita y clinopiroxeno, sólo se observó olivino en ejemplares del curso medio del Murri. La composición andesítica es muy frecuente, generalmente se presentan fenocristales de andesita y labradorita con zonamiento a andesina y de piroxeno en una matriz de microlitos de plagioclasa y vidrio o fenocristales de andesina anfibol y piroxeno en una matriz microlítica o vítrea. La composición dacítica es relativamente frecuente, siéndolo mucho menos la riодacítica. Frecuentemente presentan textura porfirítica, con fenocristales de cuarzo y plagioclasa o de plagioclasa solamente, máficos generalmente alterados, matriz vítrea.

Por último cabe anotar la presencia de brechas intrusivas, con grandes bloques de rocas verdes, en sitios como la cuenca alta del Río Tigre y del Río Nati en el área de Acandí y del Río Quiparadó en la región de Mandé. En general se puede anotar que las vulcanitas y las brechas mencionadas se presentan hacia el flanco occidental del conjunto intrusivo volcánico al que se hace referencia.

La edad de los cuerpos intrusivos de tamaño batolítico parece ser Eoceno, según dataciones radiométricas realizadas en el Batolito de Mandé (47.1 ± 2.5 M. A. según Gobel y Stibane 1979), Acandí (Río Pito 50 M. A., Kester et. al. 1977) aunque hay dataciones que indican actividad magmática hasta el oligoceno (34 M. A. Botero, 1975), lo cual es lógico dado que entre los sedimentos de la Cuenca Atrato San Juan hay algunas intercalaciones de material piroclástico aún hasta el Mioceno (Pozo Opodogó 1).

Hay pequeños cuerpos intrusivos que cortan las unidades geológicas que forman la Cordillera Occidental, que en general son de emplazamiento más reciente que los batolitos de Acandí y Mandé.

Como tales se pueden mencionar un stock diorítico-monzonítico del Páramo de Frontino con una datación de 11 M. A. por método potasio-argón en biotita (Botero, 1975) u otros como el pórfido de Corcovado mencionado por Alvarez y González (Geología del Cuadrángulo 1-7 Urrao, 1978) con edad aún más reciente.

También cabe mencionar el Stock de Suárez (Cauca) con una edad de 6 ± 1 M. A. por el método Potasio Argón (Alvarez, Orrego, Botero, Linares, 1978).

LA CUENCA ATRATO SAN JUAN

En esta forma se denomina en este trabajo algo que en realidad tiene una dimensión geográfica mucho más extensa ya que se trata de incluir lo que Schuchert (1935) llamó geosinclinal de Bolívar, en lo que corresponde al Norte de Ecuador, la parte colombiana y la cuenca de Chucunaque en Panamá.

Aunque esta cuenca ha sido poco estudiada es posible obtener información estratigráfica en la parte Sur de Nygren (1950), en la zona Atrato-San Juan de los pozos petroleros Opogodó 1 y Buchadó 1 y del Léxico Estratigráfico de Colombia, esencialmente en referencia a trabajos de Hubach (1930), Oppenheim (1949) y Taborda (1961).

Acerca de la parte Norte se tiene información de Mc Donald (1969), Chelton (1952), Woodring (1957), Terry (1956) y del Léxico Estratigráfico de Panamá.

La información obtenida se puede resumir así según edades: El Eoceno en el Darién Panameño (cuenca de Chucunaque) está representado por (según Terry, 1946) calizas, conglomerado, areniscas y shale (orden ascendente, no se indican espesores) y piroclásticos.

En el Chocó central (Pozo Opogodo) por arcilla pizarrosa calcárea, con intercalaciones de arenisca. El Eoceno superior de la cuenca en general, incluyendo información del Sur, según W. E. Nygren (1950) se compone de un conglomerado calcáreo y shales grises a negros.

El Oligoceno en el Darién Panameño (Terry 1956), incluye caliza en la base y una secuencia de clásticos finos, denominada Formación Arusa, rica en foraminíferos.

Según el pozo Opogodo 1 en el Oligoceno se depositó una arcilla pizarrosa calcárea, con intercalaciones de caliza.

La información de Nygren (1950) sobre la litología del Oligoceno, es más completa, comprendiendo en la parte inferior areniscas grises, shales negros y calizas muy fosilíferas. En la parte media areniscas calcáreas gris, shales pardos, margas y calizas y hacia el tope limolitas gris azulosas y shales.

En lo referente al Mioceno, la información del Darién incluye en la parte inferior la Formación Aguagua (Sapper, 1937) que comprende principalmente sedimentos detríticos de grano fino. La parte Superior comprende la arenisca de Pruco (Sapper, 1937).

El Mioceno Inferior en el Pozo Opogodó comprende caliza y arcilla pizarrosa que hacia el tope contiene intercalaciones de arenisca. El Mioceno Medio comprende una arcilla pizarrosa que hacia la base presenta areniscas y cenizas volcánicas interestratificadas y hacia el tope calizas. La parte superior del Mioceno según el Pozo Opogodó incluye arcillas pizarrosas, calcáreas, con intercalaciones de arenisca.

La secuencia litológica del Mioceno según Nygren (1950) es la siguiente:

Mioceno Inferior lodolitas masivas azules, a las que sobreyacen calizas arrecifales.

Mioceno Medio shales azul-grisosos, limolitas, areniscas y conglomerados.

Mioceno Superior, conglomerados, limolitas, areniscas y shales.

En lo referente al Plioceno el pozo Opogodó informa de limolitas arcillosas con intercalaciones de areniscas. Nygren (1950) menciona conglomerados, limolitas, areniscas algunas de estas unidades con abundante materia carbonácea.

A este vistazo muy general de la estratigrafía de la cuenca Atrato-San Juan y sus prolongaciones Sur y Noroeste cabría agregar la mención de las formaciones Suruco, Bojayá y Pato (Taborda, 1961) de

las cuales no da el autor una edad definida, asignándolas al Terciario en general.

La descripción dada en una columna estratigráfica es la siguiente:

Formación Suruco:

En la base arcillolistas silíceas, limolita gris oscura, areniscas grisesas y arcillolitas silíceas gris pardas. En la parte media caliza gris clara y en la parte superior areniscas y limolitas gris oscura y arcillolitas con foraminíferos.

Sobre la Formación Suruco reposa la Formación Bojayá que comprende:

Arcillolitas y areniscas grises fosilíferas y calcáreas.

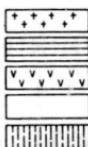
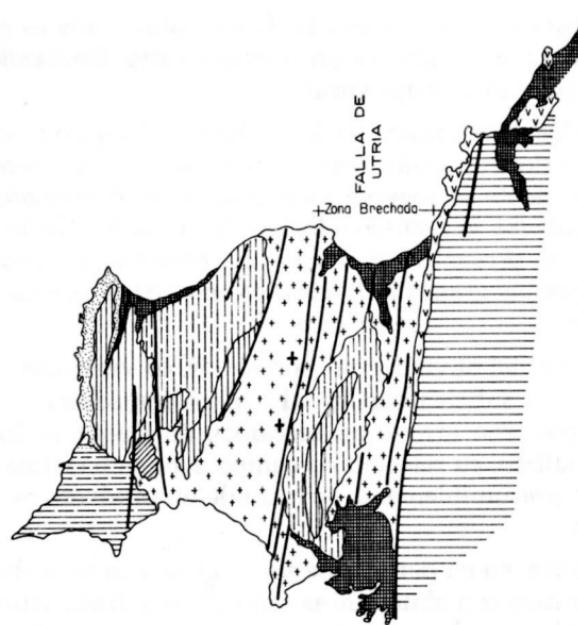
Por último la Formación Pato que comprende una secuencia de arcillolitas y areniscas grises.

Estas tres formaciones presentan una gran similitud con lo descrito en los registros del pozo Buchadó 1, en los cuales tampoco hay referencia a edades dentro del Terciario.

SERRANIA DEL BAUDO, DEPRESION COSTERA Y PENINSULAS

Esta cuarta unidad geotectónica es relativamente compleja y discontinua, teniendo su mejor expresión en la Serranía y Costa del Baudó desde la desembocadura del Río Baudó hacia el Norte, hasta el Golfo de San Miguel en Panamá e insinuándose en la costa de Nariño al Sur de la desembocadura del Río Patía al Golfo de Tumaco.

En lo correspondiente a la Serranía del Baudó propiamente dicha, cabe mencionar, que hacia el Sur, zona de Nuquí, etc., la cumbre la constituyen sedimentos de la cuenca Atrato-San Juan, en grandes monoclinales buzando hacia el Atrato, en la base, apreciable en la región de Panguí se pueden observar basalto.s. La franja basáltica de la base de la secuencia se hace más amplia hacia el norte y topográficamente alcanza mayor altura, por lo que se puede considerar que el flanco occidental de la cuenca presenta un notorio basculamiento hacia el Sur. De la litología de la depresión costera y las penínsulas solo puede tenerse una idea clara en Cabo Corrientes y Bahía Solano, por lo tanto a continuación se hace mención de la litología de la zona Nuquí-Cabo Corrientes-Cuevita de la cual además se tiene la cartografía en la Figura N°. 4.



Basalto peninsular



Grauvaca zona continental



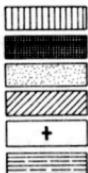
Basalto Zona Continental



Ultramórfico



Limolita



Coliza y calcarenita.

Aluvión

Chert predominante

Keratoíro de Janano

Basalto alcalino.

Grauvaca peninsular

MAPA GEOLOGICO

Fig - 4

ROCAS IGNEAS DEL PIE DE LA SERRANIA DEL BAUDO

En la región de Cuevita, Cabo Corrientes y Nuqui, las rocas basálticas de la parte no peninsular del área, sólo son observables en una estrecha faja discontinua a lo largo de la Costa, solamente al Norte del Caserío de Jurubidá, se puede observar formando grandes acantilados.

En la mayor parte del área visitada, la roca observada es un basalto almohadillado de un color gris verdoso muy oscuro, formando relieves de poca altura, pero topografía abrupta.

La composición más común, es labradorita, clinopiroxeno y vidrio que en algunos sitios representa más del 50% de la roca. Como mineral accesorio omnipresente se observa magnetita y prácticamente en todos se aprecian cavidades y fisuras llenas de ceolitas. Hacia el Norte (Panguí-Nuqui) se presenta olivino en los basaltos en proporciones variables en pequeños granos redondeados en parte alterados a serpentina e iddingsita.

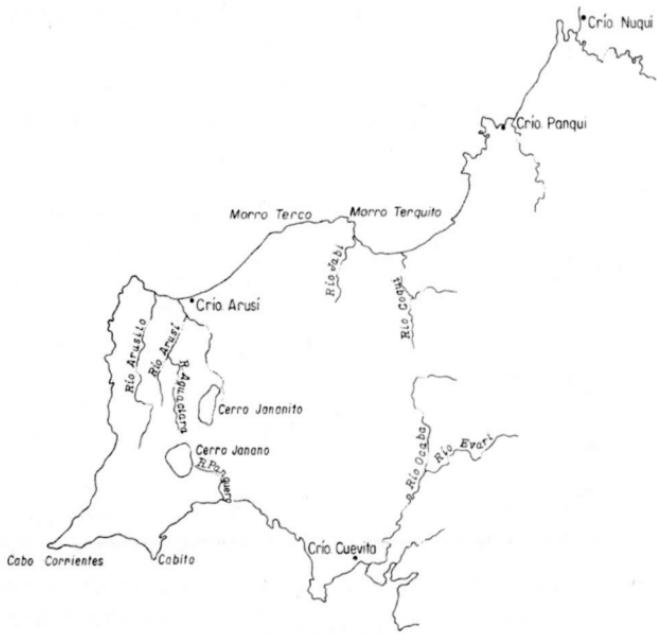
La distribución del olivino y su porcentaje es variable, siendo en algunos sectores lo suficientemente alta para considerar la roca una picrita. En un pequeño arroyo en cercanías de Coquí se localiza un granófiro monzonítico, su relación de campo con los basaltos descritos no es clara, pero presumiblemente se trata de un producto evolutivo de basalto toleítico.

En el Río Ocaba, en su parte superior se observan hialoclastitas, de material palagonítico con abundantes esferulitos y fragmentos de roca basáltica, también se observan pequeños fragmentos de olivino y piroxeno.

ROCAS IGNEAS DE LA PENINSULA DE CABO CORRIENTES

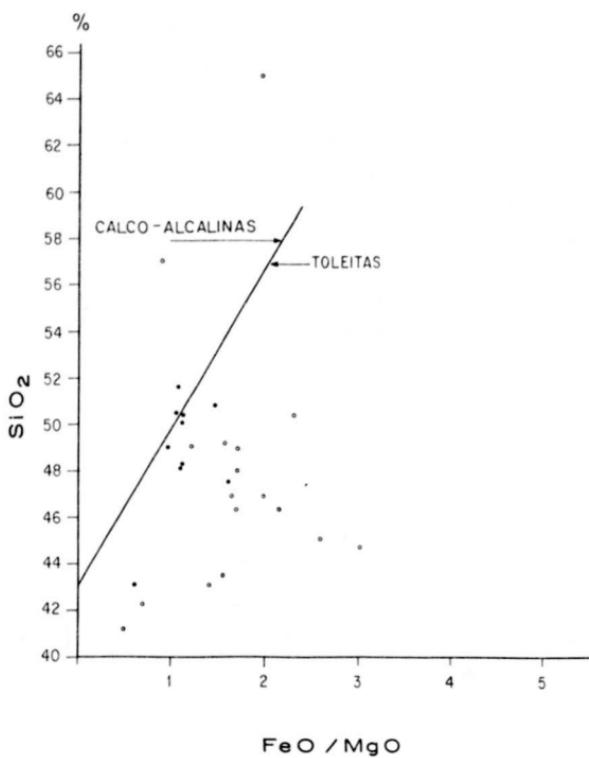
En la península de Cabo Corrientes hay una notable variedad litológica, que incluye desde basaltos olivínicos hasta keratófiros. La textura también es ampliamente variable, pues se presenta desde basaltos en que más del 50% de la roca es vidrio, hasta diabasas holocristalinas.

Dentro de los basaltos y diabasas de Cabo Corrientes se distinguen tres variedades diferenciables, según su composición mineralógica. La más importante, realmente, es un basalto compuesto de labradorita y clinopiroxeno prácticamente como únicos minerales principales y vidrio en una proporción que varía desde más del 50% hasta ser prácticamente nula en algunos sitios.



MAPA DE NOMENCLATURA GEOGRAFICA

Fig - 5



• Basalto lado peninsular
 • Basalto lado continental
**DIAGRAMA SiO_2 V.S. FeO/MgO DE LAS ROCAS IGNEAS
DE CABO CORRIENTES**

Fig - 6

la Figura 6. Sin embargo en la parte peninsular hay basaltos de tendencia alcalina (algunos presentan augita titanífera); esto se refleja en el diagrama de la Figura 7 en una forma exagerada. En los diagramas MFA y CNK de las Figuras 8 y 9 se puede observar la ninguna maduración del magmatismo del área, lo que afirma en un todo el carácter oceánico de los basaltos de ambos flancos de la Falla de Utria. Los círculos en el diagrama MFA, Fig. 8 muestran algunas rocas alcalinas de Hawái (según Nockolds and Allen, 1956) donde puede observarse la similitud con algunas de las colectadas en la parte peninsular de Cabo Corrientes, lo cual respalda la idea del carácter parcial de magmatismo de Isla Oceánica en esta zona. En la Figura 10 puede verse el diagrama de álcalis de los basaltos del área en cuestión.

SEDIMENTACION EN LA REGION DE CABO CORRIENTES

Lo referente a rocas sedimentarias de esta zona, se tratará de agruparlo en el texto en la siguiente forma: sedimentos de la parte continental de la región, sedimentos de la parte peninsular, arrecifes, observables en las dos zonas y en la gran depresión donde transcurren los ríos Jella, Evari y Coqui y sedimentos más recientes.

SEDIMENTOS DE LA ZONA CONTINENTAL DEL AREA

Se presentan cherts, radiolaritas, porcelanitas y grauvacas. Siendo el litotopo más abundante el último mencionado.

Lo caótico de la sedimentación, la falta absoluta de niveles guías y el sistema imbricado de fallas NS, muy cercanas entre sí, impide conocer el orden secuencial de depositación, así que las descripciones se harán partiendo de las grauvacas, dado que representan mucho más del 50% de los sedimentos, sin con esto insinuar un orden cronológico.

Las grauvacas en mención, se presentan macroscópicamente de un color gris oscuro, a veces verdoso, se distingue claramente una matriz arcillosa, generalmente algo calcárea y clastos angulares de roca de tamaños muy variables, principalmente de rocas basálticas. Se puede observar en una escala amplia disminución del tamaño hacia el tope, donde los afloramientos son lo suficientemente extensos. Se presentan desde fragmentos de más de 30 cm de diámetro hasta tamaños, en que escasamente pueden diferenciarse sin lupa. Siempre los fragmentos en un porcentaje muy inferior a la matriz. En algunos sitios prácticamente casi desaparecen tomando la roca el aspecto de una arcillolita de color gris oscuro.

que se observa en la figura que el límite de Mac Donald Katsura es una recta que divide las rocas alcalinas de las toleitas abisales.

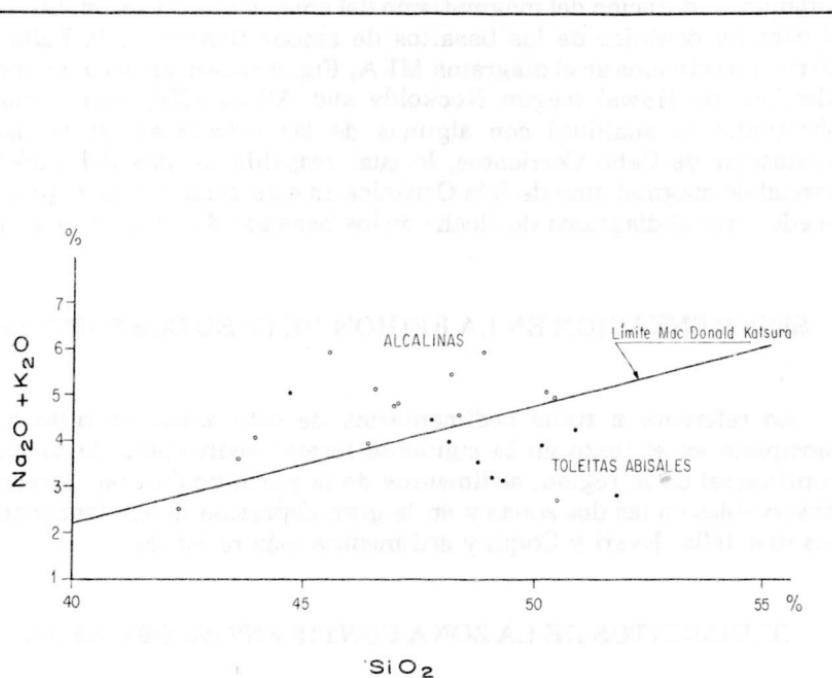


DIAGRAMA VS. ALCALIS / SiO_2 DE LAS ROCAS
IGNEAS DE CABO CORRIENTES

Fig - 7

En general no se observan esferulitos u otras texturas que indiquen desvitrificación avanzada, casi siempre el vidrio presenta un color pardo oscuro hasta casi opaco.

En estos basaltos la magnetita es un accesorio prácticamente omnipresente.

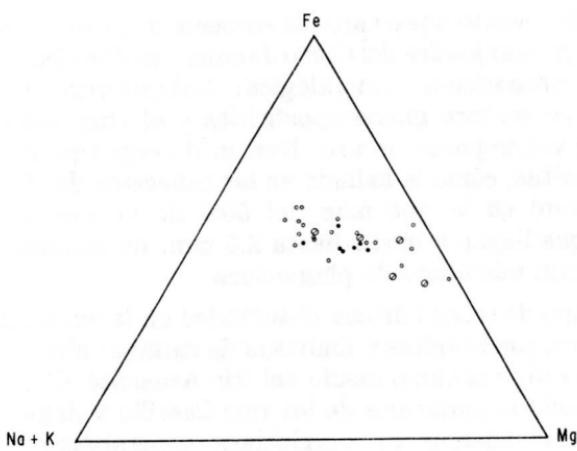
Es común la alteración, con formación de calcita, clorita, epidota, ceolitas y en algunos sitios llegan a observarse minerales característicos de un metamorfismo de tipo bárico tales como pumpellyita, prehnita, stilpnomelana, etc., especialmente en sitios aledaños a la gran depresión por donde corren los ríos Jella, Evarí y Coqui. (Figura 5)

Otro tipo de basalto observable al suroeste de la península de Cabo Corrientes, en proximidades del Cerro Janano, es olivínico, presentando la siguiente composición mineralógica: Labradorita en microlitos, clinopiroxeno en textura glomeroporfirítica y olivino todos dentro de una matriz de vidrio pardo oscuro. Dentro de este tipo de basalto, se llega hasta picritas, como la hallada en las cabeceras del Río Arusí (N de cerro Janano) en la que más del 50% de la roca es olivino en fenocristales que llegan a medir hasta 2,5 mm. de diámetro, siendo la matriz vidrio con microlitos de plagioclasa.

El tercer tipo de rocas básicas observados en la zona peninsular de Cabo Corrientes, son basaltos y diabasas de carácter alcalino. Este tipo de roca se observó en el curso medio del Río Arusicito al occidente de la Península y hacia la parte alta de los ríos Castillo y Jella. En ellas se puede mencionar además de plagioclasa generalmente alterada la presencia de augita titanífera, observada en muestras del Río Jella, feldespato de potasio en especímenes del Río Castillo y biotita en pequeñas escamas en todas las localidades mencionadas, es notoria la relativa abundancia de apatito en todas la muestras colectadas. En el basalto alcalino del Río Jella es característica la presencia de minerales típicos de metamorfismo bárico tales como pumpellyta y stilpnomelana. Es notorio en esta roca la augita titanífera, con los bordes alterados a anfibol y pequeños cristales aislados de éste.

Por último cabe mencionar el keratófiro de Cerro Janano, macroscópicamente se presenta como una roca color crema de grano fino, microscópicamente se observa plagioclasa en dos hábitos diferentes: hay microlitos prismáticos subhedrales de andesina y lo que parece ser albita anhedral llenando intersticios. Hay escasos microlitos de piroxeno alterado; en algunos escasamente se nota el contorno.

Petrológicamente pueden hacerse las siguientes observaciones a las rocas basálticas peninsulares y continentales de la región de Cabo Corrientes. La mayoría de los basaltos de las dos zonas presentan un marcado carácter toleítico tal como se puede apreciar en el diagrama de



- Basaltos lado peninsular
- Basaltos lado continental
- Basaltos de alcalinos de Hawai (según Nockolds and Allen)

**DIAGRAMA MFA DE LAS ROCAS IGNEAS DE
CABO CORRIENTES**

Fig - 8

Microscópicamente, se pueden anotar las siguientes características: son abundantes los fragmentos calcáreos, de roca basáltica, granos angulares de plagioclasa cállica y de cuarzo. En menor proporción se observan granos angulares de piroxeno, de anfíbol y fragmentos de chert y vidrio. En varias muestras se presentan pellets de glauconita y colofana en restos de fósiles.

La matriz consiste en su mayor parte de material arcilloso, con carbonato en grano muy fino.

Los cherts se observan intercalados en las grauvacas, generalmente presentan un color azul verdoso y frecuentemente contienen nódulos de calcedonia de colores rojo, verde, negro, amarillo miel, etc. Algunos son ligeramente calcáreos y a veces contienen fragmentos clásticos que llegan a darles un aspecto granuloso, algo similar a algunas grauvacas. Sin embargo al observarlos microscópicamente, es notable la matriz de sílice opalina por lo que podemos considerar esta roca como porcelanitas. Los clastos son principalmente granos angulares de cuarzo, plagioclasa, y en algunos casos piroxenos, fragmentos de microfósiles calcáreos y fragmentos de roca.

Por último cabe mencionar las radiolaritas, se encuentran intercaladas en las grauvacas, se presentan en colores variables con brillo mate, cortadas por vetillas con calcedonia.

Microscópicamente se observa sílice criptocristalina, muy empolvada, de tono amarillento, con abundantes radiolarios. Se puede ver escasos clastos angulares de plagioclasa y cuarzo.

SEDIMENTOS DE LA PARTE PENINSULAR

Aquí como en la parte continental de la región, los sedimentos más abundantes son grauvacas, especialmente hacia el Suroeste se pueden apreciar ejemplos espectaculares de turbiditas. Además son frecuentes los cherts y a diferencia de la zona continental tienden a presentarse en colores marrones, jaspes de rojo encendido, radiolitas y porcelanitas.

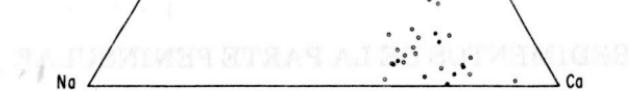
Las grauvacas presentan las siguientes características macroscópicas: ausencia de planos de estratificación, gradación del tamaño de los bloques disminuyendo hacia el tope. Hacia el extremo Suroeste de la península (Cabo Corrientes propiamente dicho y el Cabito) hay ejemplos espectaculares en que se pueden observar bloques basálticos angulares de más de 1 metro cúbico inmersos en una matriz de arcilla verdosa. En general los clastos no llegan a más de un 50% del volumen total de la roca.

en el cual se observa que las rocas basálticas son las más abundantes en la zona, seguidas por las dolomías y las calizas, que tienen una menor presencia en la zona. Los mafos y los cuarzo-feldesíticos son las rocas más raras en la zona.

En la figura 9 se observa que las rocas basálticas son las más abundantes en la zona, seguidas por las dolomías y las calizas, que tienen una menor presencia en la zona.

En la figura 9 se observa que las rocas basálticas son las más abundantes en la zona, seguidas por las dolomías y las calizas, que tienen una menor presencia en la zona. Los mafos y los cuarzo-feldesíticos son las rocas más raras en la zona.

En la figura 9 se observa que las rocas basálticas son las más abundantes en la zona, seguidas por las dolomías y las calizas, que tienen una menor presencia en la zona. Los mafos y los cuarzo-feldesíticos son las rocas más raras en la zona.



En la figura 9 se observa que las rocas basálticas son las más abundantes en la zona, seguidas por las dolomías y las calizas, que tienen una menor presencia en la zona. Los mafos y los cuarzo-feldesíticos son las rocas más raras en la zona.

DIAGRAMA CNK DE LAS ROCAS IGNEAS DE CABO CORRIENTES

En la figura 9 se observa que las rocas basálticas son las más abundantes en la zona, seguidas por las dolomías y las calizas, que tienen una menor presencia en la zona. Los mafos y los cuarzo-feldesíticos son las rocas más raras en la zona.

Fig - 9

En la figura 9 se observa que las rocas basálticas son las más abundantes en la zona, seguidas por las dolomías y las calizas, que tienen una menor presencia en la zona.

Microscópicamente cabe mencionar lo siguiente:

En general la matriz se compone de material arcilloso y carbonato fino, en algunas muestras hay sílice criptocristalina. Se presentan granos angulares de plagioclasa, cuarzo y en menor proporción de piroxeno y anfíbol. Los fragmentos de rocas más comunes son de basalto y chert. Hay también fósiles calcáreos en pedazos y las muestras del extremo occidental del área presentan fósiles silíceos (radiolarios ?) fragmentados. En algunos fósiles hay colofana. En cuanto a los chert y jaspe de la parte peninsular cabe anotar que los jaspe casi siempre se observan en contacto con los basaltos a veces rellenando cavidades entre almohadillas o fisuras, menos frecuentemente intercalados en las grauvacas. En partes se presenta sílice opalina desde color caramelo hasta blanca lechosa, excepcionalmente dura y quebradiza. En algunos sitios (Arusisito) se presentan piritizados. Son frecuentes las radiolarietas generalmente en cantos rodados en los arroyos y ríos, no se observaron in situ.

ARRECIFES CALCAREOS Y OTROS SEDIMENTOS RECENTES

Tanto en la parte continental como en la peninsular y en la depresión Coqui-Evari-Jella se presentan arrecifes calcáreos alargados en dirección N-S, los más extensos se presentan en la depresión mencionada y en la Serranía de Jananito que está formada por el arrecife en sí y sus flancos clásticos.

Las calizas de estos arrecifes, son de color crema hasta blanco, sin estratificación, en algunas alcanza a notarse fracturamiento hacia la base del arrecife. Los clásticos de los flancos varían desde calcarenita gruesa hasta calcilutita ambas de un color gris hasta casi negro, a veces un tono moteado.

En estas rocas es notorio el olor a alquitrán, en cercanías al caserío de Pangui, al norte del cerro Jananito, en el río Arusi y en general en la zona norte de la península donde estos sedimentos, especialmente las limolitas calcáreas y calcilutitas parecen ser de un espesor notable. Tanto el carbonato arrecifal como estos clásticos reposan sobre basaltos y en algunos casos sobre basaltos totalmente milonitizados como se observa en la depresión Coqui-Evari-Jella. Sin embargo esto no refleja, que sean posteriores a toda acción tectónica ya que en sitios del alto Río Arusi se presentan cabalgamientos de basalto pírrítico sobre calizas arrecifales lo que se tomará en cuenta en lo referente a la tectónica. Como productos de sedimentación reciente se pueden mencionar, pequeñas terrazas y aluviones a lo largo de los ríos Coquí, Pangui, Evari, Jobi, Arusi y Arusicito y turberas originadas en manglares, interestratificadas con arcillas grises en el extremo sur sobre todo en el bajo Río Jella, en proximidades a Bahía Cuevita, en una zona que parece estar en activo levantamiento.

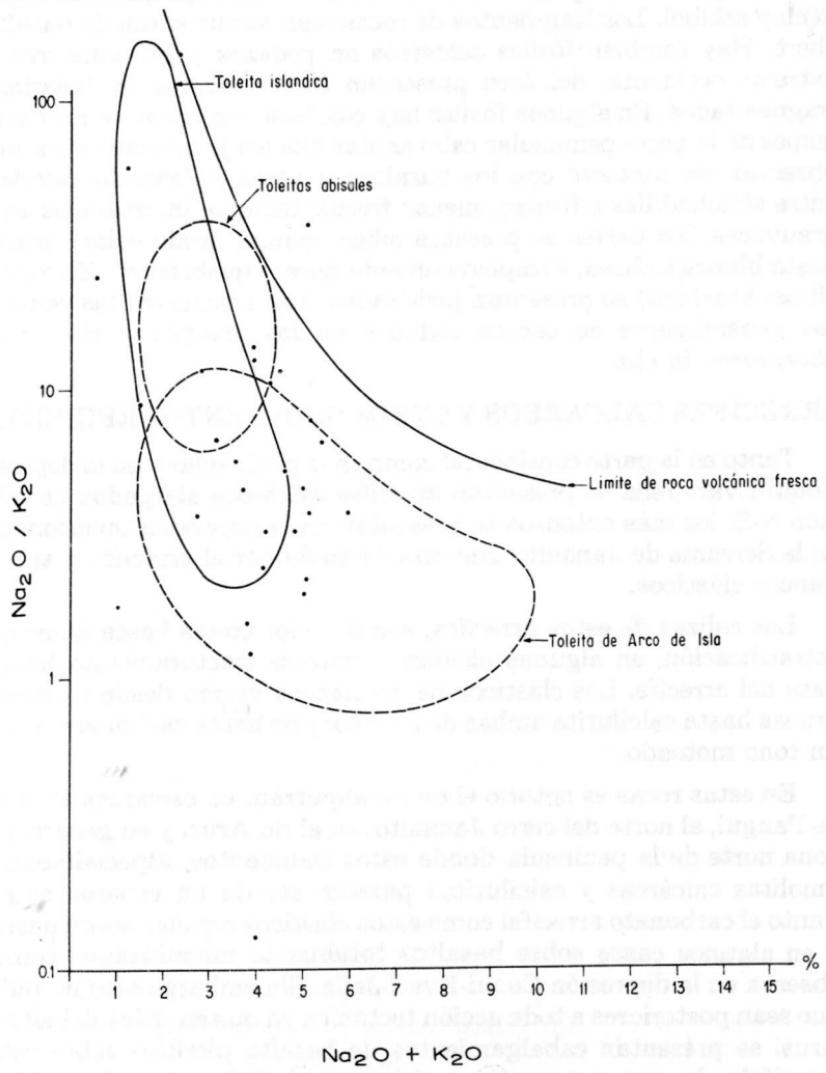


DIAGRAMA DE ALKALIS DE LOS BASALTOS DE CABO CORRIENTES
(Zonas de acuerdo a tipos de Toleitas según Miyashiro).

Fig - 10

TECTONICA

En el presente trabajo se hará referencia principalmente a la tectónica al oeste de la Cordillera Occidental sin entrar a mayores consideraciones respecto a la Sutura de Romeral ni a la Formación Dagua, Grupo Diabásico y Grupo Cañas Gordas, lo cual ha sido tratado ampliamente por autores como Nelson (1957), Estrada (1972), Barrero (1976), Alvarez J. (1971), Alvarez E. y González, (1978), etc.

En las tres unidades geotectónicas mencionadas en este trabajo las directrices tectónicas tienen una marcada orientación N-S, que hacia la frontera con Panamá tiende a hacerse N-W.

La cuenca en la parte chocoana, tiene el aspecto de un amplio sinclinorio en el que se pueden apreciar los pliegues secundarios, especialmente en el flanco occidental, región de Urodo y Berreberre hacia el curso del Río Baudó. Al sur del Río San Juan, no es bien clara la forma de la estructura y al sur de Buenaventura el nivel topográfico de la costa hace imposible determinarla del todo. La forma de anticlinorio vuelve a insinuarse en la cuenca del bajo Patía. Tectónicamente puede resumirse la situación así: Se presentan dos sistemas de fallas claramente definibles, uno Norte-Sur muy notorio, que hacia el extremo norte se desvía hacia el oeste y un sistema Este-Oeste menos definido.

Dentro del sistema Norte-Sur cabe hacer una importante distinción: al Occidente (región de la Serranía del Baudó - depresión costera - penínsulas) predominan las fallas inversas de bajo ángulo, la principal de las cuales es la que en el presente trabajo se denomina Falla de Utria, ver Figuras 2 y 3, cuya zona de brecha, que en algunos sitios pasa de 5 km de anchura, determina la gran depresión de Coquí-Evari-Jella en el cuello de la península de Cabo Corrientes y la depresión Utria-Bahía Solano en la península de este nombre.

Al oriente de esta gran falla hay algunas menores, determinando el alineamiento de los cursos de los ríos Panguí, Virudó, Nercua, Alto Salaquí, etc., siendo probablemente fallas satélites de la de Utria. Al Occidente de esta, se presentan fallas imbricadas con un rumbo general N-S a través de la península de Cabo Corrientes, dando el alineamiento de los ríos Arusi, Aguaclara y Arusicito. Se puede apreciar el carácter inverso de todo este sistema especialmente en la Falla del Río Arusi donde se observa un cabalgamiento E-W de picritas sobre calizas arrecifales. Parece que los fallamientos fueran más recientes a medida que se encuentran más al Occidente, observándose indicios de tectonismo muy recientes en toda la península y especialmente en Cabo Corrientes propiamente dicho.

Hacia el Oriente de la cuenca y en la franja intrusivo-volcánica Acandí-Mandé, así como hacia sus contactos orientales con el Cretáceo de la Cordillera Occidental, predominan las fallas de un ángulo alto, posiblemente normales y con una marcada orientación Norte-Sur excepto en la zona de Acandí, donde toma un rumbo Noroeste.

Dentro de este sistema cabe mencionar en primer lugar fallas escalonadas al borde oriental de la cuenca, que en parte parecen estar fosilizados por la sedimentación más reciente de la misma cuenca, a este sistema puede considerarse que pertenece la Falla de Murindó.

También se presentan fallas de alto ángulo hacia el contacto Cordillera Occidental - franja intrusivo-volcánica de Acandí-Mandé, generalmente en un arreglo en echelón, observables a lo largo del Río Astí en la región de Acandí, en la región de la Clara en el curso medio del Río Murri, en la carretera El Carmen-Quibdó, en el curso bajo del Río Mambú (afluente del Río Capá) y en el límite entre los departamentos de Risaralda y Chocó, en cercanías del Caserío de Guarató.

El sistema de fallas E-W no presenta una definición tan clara como la anteriormente descrita y más cabe inferirla de los cambios geológicos que sufren las unidades geotectónicas que se han descrito en este trabajo. Parece que son fallas direccionales o por lo menos con una notable componente horizontal. De este sistema de fallas se puede inferir una a la altura de la población de Guapi, otra en el golfo de Buenaventura, una tercera en la ensenada de Virudó, al Sur de Cabo Corrientes. Cabe mencionar un gran alineamiento que se extiende de la Bahía de Cupica, hasta el delta del Atrato y Punta de Aguilá en Antioquia, el cual parece originarse en una gran falla que produciría el trucamiento de la Serranía del Darién. (Ver Figura 11).

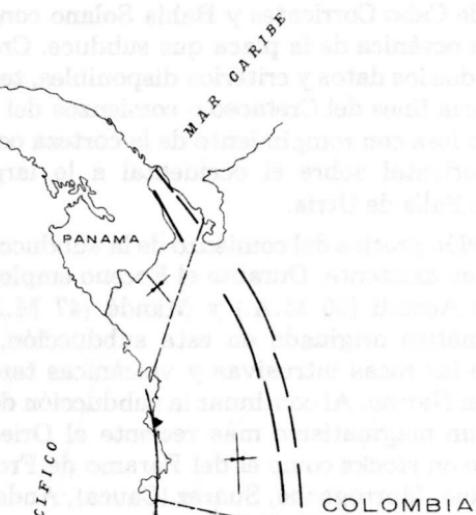
MODELO ESTRUCTURAL DE ACUERDO A LA TECTONICA DE PLACAS

El conjunto de unidades geotectónicas a que se ha hecho mención en este trabajo presenta características que lo asimilan a un arco de islas.

Sin referirse a tectónica de placas, autores como Schuchert (1935) y Nygren (1950) habían propuesto modelos regionales para esta área, dentro del marco de la teoría geosinclinal que ajustan bastante bien a lo que se observa, con lo que se denominó Geosinclinal de Bolívar.

Posteriormente algunos autores (Estrada, 1972, Barrero, 1977) postularon una zona de subducción al Oeste de la Cordillera Occidental y más concretamente a lo largo de la depresión Atrato-San Juan. Toussaint y Restrepo (1976) proponen una zona de subducción Terciaria, al Occidente del Baudó.

The map illustrates the Panama Canal, which connects the Pacific Ocean (labeled 'OCEANO PACIFICO' at the bottom) to the Caribbean Sea (labeled 'MAR CARIBE' on the right). The canal is shown as a narrow waterway cutting through the Isthmus of Panama. The country of Panama is labeled in the upper left. The border between Panama and Colombia is indicated by a line with small triangles pointing inward from both sides. A north arrow is located in the lower left corner.



C E A N O

0
radioactive tracer. The binding constants, which are the ratio of the equilibrium constant for each step divided by the equilibrium constant for the overall reaction, were determined from the data.

ESCARPO (el) - A small, sharp, pointed spur.

ESQUEMA TECTONICO GENERALIZADO

Fig - 11

El esquema que se propone en este trabajo se resume así: La Serranía del Baudó, constituye un arco externo, la cuenca del Atrato San Juan, la cuenca intermedia y la franja magmática Acandí-Mandé un arco interno. La zona de subducción, está en la costa Pacífica, siendo su expresión superficial la megabrecha de la Falla de Utria y donde las penínsulas de Cabo Corrientes y Bahía Solano constituyen fragmentos de la corteza oceánica de la placa que subduce. Cronológicamente y de acuerdo a todos los datos y criterios disponibles, tenemos los siguientes eventos: Hacia fines del Cretáceo o comienzos del Terciario, empieza a formarse una fosa con rompimiento de la corteza oceánica y subducción del bloque oriental sobre el occidental a lo largo de lo que se ha denominado Falla de Utria.

La datación precisa del comienzo de la subducción no es posible con la información existente. Durante el Eoceno empiezan a emplazarse los batolitos de Acandí (50 M.A.) y Mandé (47 M.A.) como un primer frente magmático originado en esta subducción, igualmente pueden considerarse las rocas intrusivas y volcánicas terciarias al Oriente de Barbacoas en Nariño. Al continuar la subducción de la placa occidental, tiene lugar un magmatismo más reciente al Oriente del mencionado, representado en stocks como el del Páramo de Frontino (11 M.A.), del Cerro Frontino, Morrogacho, Suárez (Cauca), Andesita de Buriticá, etc. Las dataciones conocidas indican que se presenta un frente magmático, que se hace más nuevo hacia el Oriente, permitiendo pensar que aún el vulcanismo actual de la Cordillera Central puede estar relacionado con esta subducción. Ver Figuras 12, 13 y 14.

La edad de los basaltos en la zona de subducción, no se conoce, pero el marco geológico general del Occidente de Colombia permite creer que el basalto de la placa que obduce es de edad Cretácea.

El basalto de la placa que subduce necesariamente es más reciente posiblemente del Terciario Medio o Superior, esto en referencia al que se observa en las penínsulas.

La zona de subducción parece haber tenido migración corta al oeste, siendo indicativo de esto las grandes masas de turbiditas de Cabo Corrientes y la notoria acumulación de hipocentros sísmicos hacia el extremo occidental de la península. Así puede pensarse que la Falla de Utria constituye la sutura de la zona de subducción al comenzar esta y actualmente se encuentra un poco más al Oeste. La actitud de la placa entre los grados 4 y 7 de latitud Norte puede observarse en las Figuras 15, 16 y 17 donde se observan las localizaciones y profundidades de los hipocentros sísmicos.

La circunstancia que permite observar fragmentos de la corteza que subduce en las dos penínsulas, parece ser una especie de mecanismo de reajuste por posibles cambios de la velocidad de la subducción, aunque

SECCION INDICANDO SITUACION A COMIENZO DEL
EOCENO

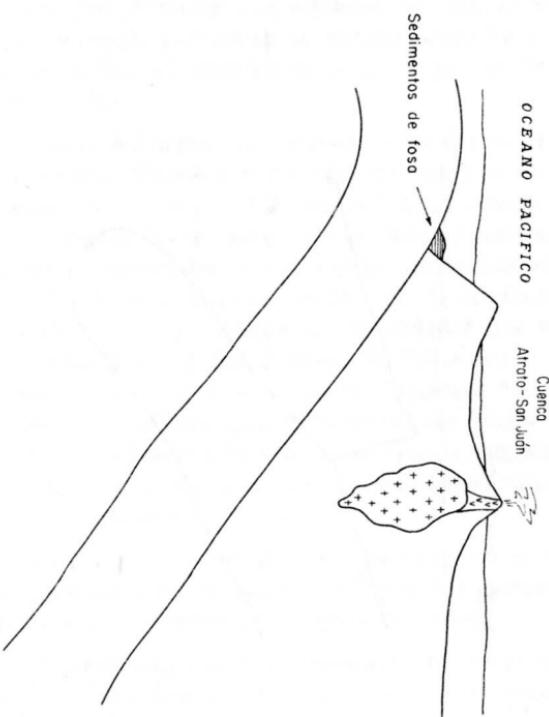
E

OCEANO PACIFICO

W

Fig - 12

SECCION INDICANDO SITUACION EN EL OLIGOCENO



de estos sistemas, también existiendo varios niveles de edad y diferencia en la edad al que se ha llegado en el tiempo. Asimismo si el sistema es estable o no, dependiendo de la edad del sistema y las condiciones de vida del sistema que incluyen el tipo de suelo, el clima, la temperatura, la humedad, etc. que se cumplen en el sistema.

En este caso se tienen tres tipos de edad que incluyen el sistema estable, el sistema en desarrollo y el sistema en declive. El sistema estable es aquel que se encuentra en su etapa más avanzada, establecida y en el cual la evolución es muy lenta y se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en desarrollo es aquel que se encuentra en su etapa inicial, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en declive es aquel que se encuentra en su etapa final, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos.

En este caso se tienen tres tipos de edad que incluyen el sistema estable, el sistema en desarrollo y el sistema en declive. El sistema estable es aquel que se encuentra en su etapa más avanzada, establecida y en el cual se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en desarrollo es aquel que se encuentra en su etapa inicial, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en declive es aquel que se encuentra en su etapa final, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos.

En este caso se tienen tres tipos de edad que incluyen el sistema estable, el sistema en desarrollo y el sistema en declive. El sistema estable es aquel que se encuentra en su etapa más avanzada, establecida y en el cual se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en desarrollo es aquel que se encuentra en su etapa inicial, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en declive es aquel que se encuentra en su etapa final, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos.

En este caso se tienen tres tipos de edad que incluyen el sistema estable, el sistema en desarrollo y el sistema en declive. El sistema estable es aquel que se encuentra en su etapa más avanzada, establecida y en el cual se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en desarrollo es aquel que se encuentra en su etapa inicial, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en declive es aquel que se encuentra en su etapa final, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos.

En este caso se tienen tres tipos de edad que incluyen el sistema estable, el sistema en desarrollo y el sistema en declive. El sistema estable es aquel que se encuentra en su etapa más avanzada, establecida y en el cual se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en desarrollo es aquel que se encuentra en su etapa inicial, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en declive es aquel que se encuentra en su etapa final, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos.

En este caso se tienen tres tipos de edad que incluyen el sistema estable, el sistema en desarrollo y el sistema en declive. El sistema estable es aquel que se encuentra en su etapa más avanzada, establecida y en el cual se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en desarrollo es aquel que se encuentra en su etapa inicial, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en declive es aquel que se encuentra en su etapa final, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos.

En este caso se tienen tres tipos de edad que incluyen el sistema estable, el sistema en desarrollo y el sistema en declive. El sistema estable es aquel que se encuentra en su etapa más avanzada, establecida y en el cual se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en desarrollo es aquel que se encuentra en su etapa inicial, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos. El sistema en declive es aquel que se encuentra en su etapa final, en la cual se observa una gran actividad y se observa una gran diversidad de organismos vivos.

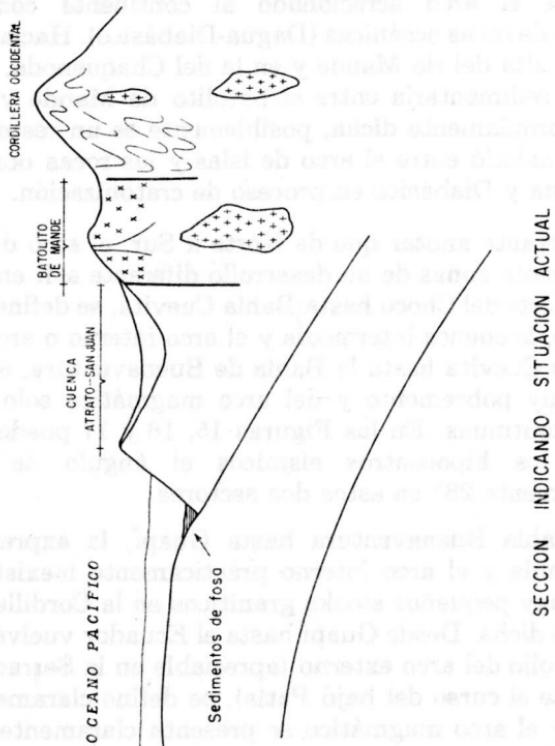


Fig - 14

el existir en Cabo Corrientes rocas basálticas alcalinas, permite creer en magmatismo de isla oceánica, que ha sido transportada por la placa a su situación actual.

Hay algo en este propuesto arco de islas que puede considerarse anómalo, y es el hecho de presentar una convexidad hacia el continente, a diferencia de algo que es casi universal en los arcos de islas actuales, la concavidad hacia la parte continental.

Respecto a lo anterior hay que tomar en cuenta varios aspectos, en primer lugar es difícil decir cuál era la posición relativa de este arco con el Continente Suramericano al comienzo de la subducción, además es claro que la Cordillera Occidental geológicamente es material oceánico, posiblemente el arco acrecionado al continente con un notorio plegamiento de rocas oceánicas (Dagua-Diabásico). Hacia la parte norte en la cuenca alta del río Mande y en la del Chaqueñoda, hay restos de una cuenca sedimentaria entre el batolito de Mande y la Cordillera Occidental propiamente dicha, posiblemente es un resto del intervalo marino que existió entre el arco de islas y las rocas oceánicas de los grupos Dagua y Diabásico en proceso de cratonización.

Es importante anotar que de Norte a Sur, el arco de islas que se postula presenta zonas de un desarrollo diferente así: en el Oriente de Panamá y Norte del Chocó hasta Bahía Cuevita, se definen muy bien el arco externo, la cuenca intermedia y el arco interno o arco magmático. Desde Bahía Cuevita hasta la Bahía de Buenaventura, el arco externo se define muy pobemente y del arco magmático solo se presentan apófisis discontinuas. En las Figuras 15, 16 y 17 puede verse que de acuerdo a los hipocentros sísmicos el ángulo de la placa es aproximadamente 28° en estos dos sectores.

De la Bahía Buenaventura hasta Guapí, la expresión del arco externo es nula y el arco interno prácticamente inexistente, en este sector sólo hay pequeños stocks graníticos en la Cordillera Occidental propiamente dicha. Desde Guapí hasta el Ecuador vuelve a observarse algún desarrollo del arco externo (apreciable en la Serranía que desvía hacia el norte el curso del bajo Patía), se define claramente la cuenca intermedia y el arco magmático se presenta claramente desarrollado. Ver Figuras 2 y 3.

De todo lo anterior se puede concluir que el arco de islas chocoano se divide en cuatro grandes segmentos, en los cuales el desarrollo ha sido diferente, a estos segmentos posiblemente los separan fallas de rumbo con una notoria componente vertical y cabe pensar que las diferencias pueden deberse a velocidades distintas de subducción y/o a diferencias en la pendiente de la placa subducente. (Ver Figura 11).

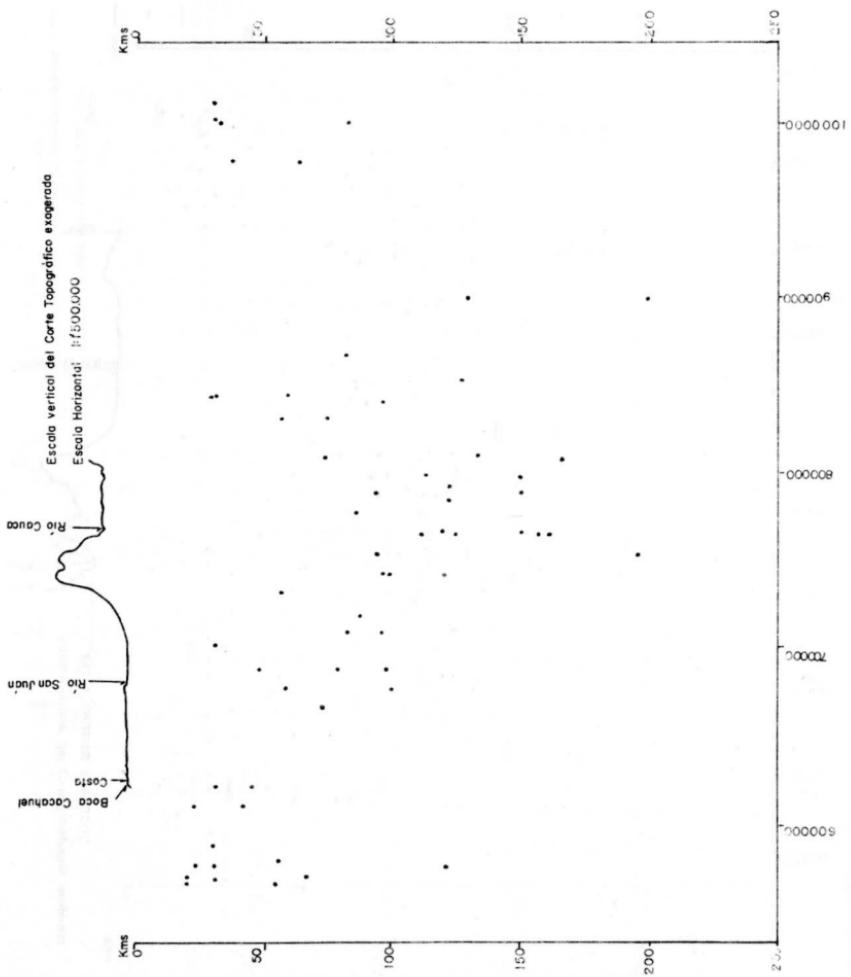


Fig 15. Sección entre los grados 4 y 5 de latitud indicando la localización de los Hipocentros de actividad sísmica (Datos gentilmente suministrados por Interconexión eléctrica S.A.)

Escala Vertical del corte Tectonográfico exagerada
Escala Horizontal 1: 1500000

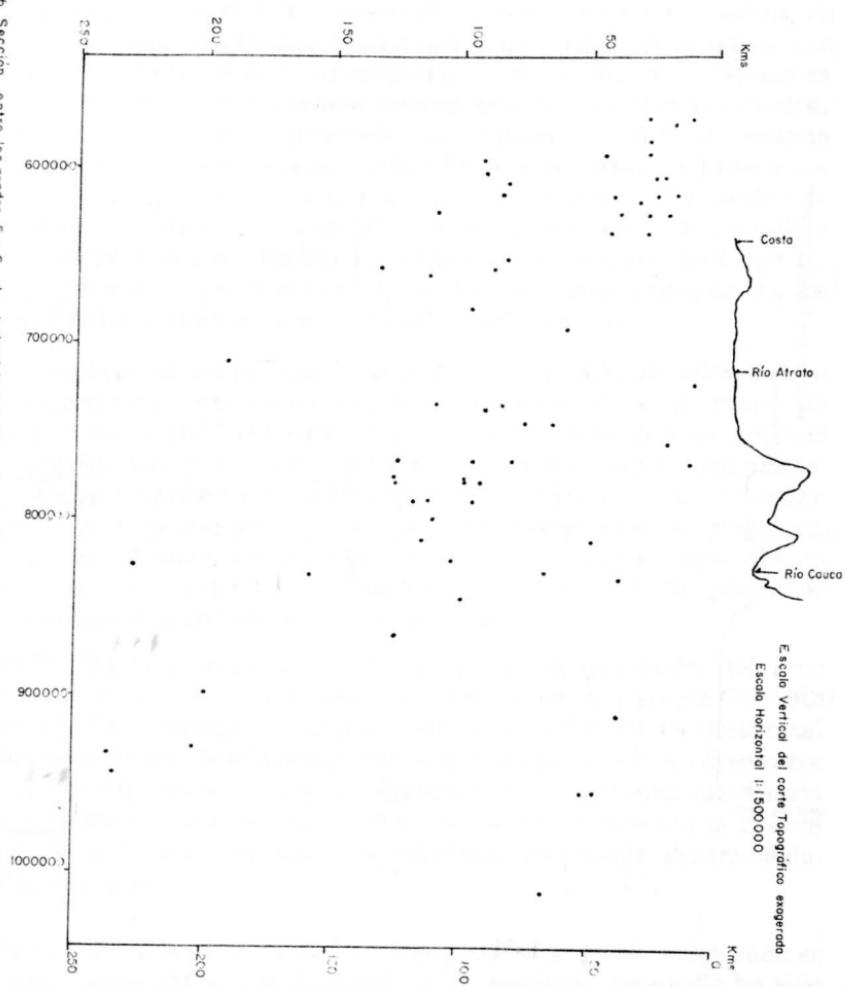


Fig. 6. Sección entre los grados 5 y 6 de latitud indicando la localización de los Epicentros de actividad sísmica (Datos gentilmente suministrados por Interconexión eléctrica S.A.)

corresponde con los observados en un orden levemente menor que la mitad de los sismos que se observaron en el año 1960. Los sismos que se observaron en el año 1960 tuvieron una magnitud media de 3.5 y una magnitud máxima de 5.5. Los sismos que se observaron en el año 1961 tuvieron una magnitud media de 3.0 y una magnitud máxima de 4.5.

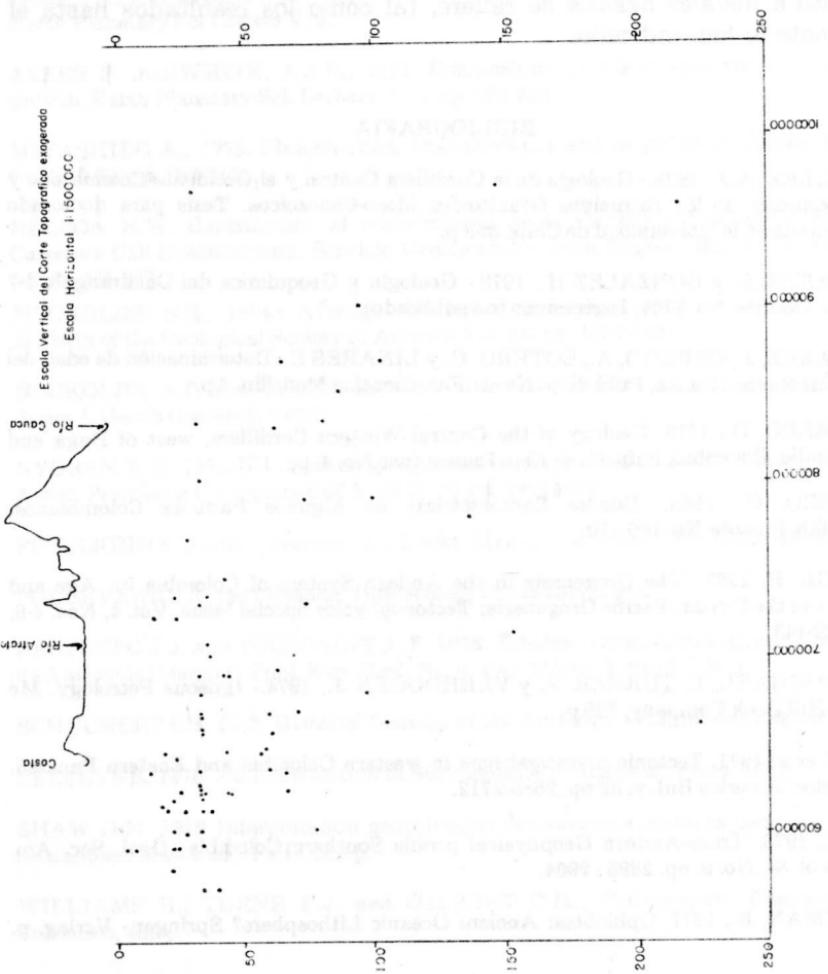


Fig 17 Sección entre los grados 6 y 7 de latitud indicando la localización de los Hipocentros de actividad sísmica (Datos gentilmente suministrados por Interconexión eléctrica S.A.)

Por último se menciona el hecho que el desarrollo del arco interno incide directamente en las posibilidades metalogénicas del área, así las áreas donde el arco interno presenta un amplio desarrollo como es el caso de Mande o de la faja batolítica de Nariño, coinciden con los grandes distritos auríferos contrastando con la pobreza de la zona de Buenaventura-Guapi. Igualmente puede decirse de las posibilidades en cuanto a metales básicos se refiere, tal como los resultados hasta el presente lo han indicado.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, A.J., 1979.- Geología de la Cordillera Central y el Occidente Colombiano y Petroquímica de los Intrusivos Granitoides Meso-Cenozoicos. Tesis para doctorado presentada en la Universidad de Chile, 359 p.
- ALVAREZ, E. y GONZALEZ H., 1978.- Geología y Geoquímica del Cuadrángulo I-7 Urrao. Informe No. 1761, Ingeominas (no publicado).
- ALVAREZ, J., ORREGO, A., BOTERO, G. y LINARES E.- Determinación de edad del stock de Suárez, Cauca, Publ. Esp. No. 11 Fac. Ciencias Medellín, 4 p.
- BARRERO, D., 1979. Geology of the Central Western Cordillera, west of Buga and Roldanillo, Colombia. Publ. Geol. Esp. Ingeominas No. 4. pp. 1-75.
- BOTERO, G., 1963.- Edades Radiométricas de Algunos Plutones Colombianos. Medellín, Minería No. 169-170.
- BURGL, H. 1967.- The Orogenesis in the Andean System of Colombia in: Age and Nature of the Circum-Pacific Orogenesis: Tectonophysics Special Issue. Vol. 4, Nos. 4-6, pp. 429-443.
- CARMICHAEL, I., TURNER, F. y VERHOOGEN J., 1974.- Igneous Petrology. Mc Graw Hill Book Company, 739 p.
- CASE et al 1971. Tectonic investigations in western Colombia and Eastern Panamá. Geol. Soc. America Bul. v. 82 pp. 2685-2712.
- CASE, 1973. Trans-Andean Geophysical profile Southern Colombia: Geol. Soc. Am. Bull, Vol. 84, No. 9, pp. 2895 - 2904.
- COLEMAN, R., 1977. Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere? Springer - Verlag, p. 229.
- DUQUE, H., 1971. Ciclos Tectónicos y Sedimentarios en el norte de Colombia y sus relaciones con la paleo-ecología. Bol. Geol., V. XIX, No. 3 pp. 1-2-3.
- ESTRADA, A., 1972. Geology and Plate Tectonics History of the Colombian Andes: Tesis M. Sc. Stanford, 115 p.
- HEINRICH E. 1956. Microscopic Petrography. Mc Graw Hill Book Company 296 p.

HSU, K. and JENKINS H. 1973, Pelagic Sediments on land under the Sea. Blackwell Scientific Publications, 447 p.

HYNDMAN, D.W. 1972 Petrology of Igneous and metamorphic rocks. Mc Graw - Hill Book Company 533 pp.

JAKES P., and GILL J. 1971 Rare earth elements and the island arc Tholeite Series: Earth Planetary Sci Letters V. 9.

JAKES P. and WHITE, A.J.R., 1971. Composition of island arcs and continental growth. Earth Planetary Sci. Letters V. 12 pp. 224-230.

MIYASHIRO A., 1975. Classification, characteristics and origin of ophiolites Journ. Geol. V. 83, pp. 198-210.

NELSON H.W. Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental Sección Carretera Cali-Buenaventura, Servicio Geológico Nacional Bogotá, Bol. Geol. VX No. 1-3 pp. 161-202.

NOCKOLDS, S.R., 1954.- Average chemical compositions of some igneous rocks. Bulletin of the Geological Society of America Vol. 65. pp. 1007-1032.

NOCKOLDS, S.T. and ALLEN, R., 1956.- The Geochemistry of some igneous Rocks. Series I. Geoch Cosmoch. 34-77.

NYGREN W.E. 1950. The Bolívar geosyncline of north western South America. amer. Assoc. Petroleum Geologists Bull V. 34 N. 10 pp. 1998-2006.

PETTIJOHN F. J. 1957. Sedimentary Rocks. Harper Brothers New York. 690 p.

POLDEVAART A. 1967 Basalts. Interscience Publishers. 2 vol.

RESTREPO J.J. and TOUSSAINT J. F. 1975. Edades radiométricas de algunas rocas de Antioquia Colombia Publ. Esp. Geol. No. 6. Fac. Minas, Medellín, 24 p.

SCHUCHERT CH. 1935. Historial Geology of the Antillean — Caribbean Region.

SELLEY R. 1976. An Introduction to Sedimentology. Academic Press. 408 p.

SHAW D.M. 1946 Interpretation géochimique des éléments entrés dans les roches cristallines. Mason ed., Paris. 237 p.

WILLIAMS H., TURNE F.J. and GILBERT C.M., Petrography. Freeman, San Francisco, 406 p.

Journal on the geological evolution of the island arcs
Rocky mountain system of the Andes
Erosion with cumulated and graded topography. Creation of
exotic lithologic inclusions within ultramafic rocks.

Geochimique régionale
Colombia
Popayán, Colombia