

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

551.786
U712
C.2

**ESTUDIO ESTRATIGRAFICO DE LA FORMACION
ANGOSTURA EN LOS CORTES DEL CERRO LA MONA (I)
Y EL RIO CASCOL (2), PROVINCIA DE MANABI**

**COORDENADAS (LONG. OESTE 80° 33' 17" - LAT. SUR 1° 21' 43")
(LONG. OESTE 80° 33' 21" - LAT. SUR 1° 21' 47")**

**COORDENADAS (LONG. OESTE 80° 27' 17" - LAT. SUR 1° 39' 5")
(LONG. OESTE 80° 27' 32" - LAT. SUR 1° 40' 7")**

TESIS DE GRADO

**Previo a la Obtención del título de:
INGENIERO EN GEOLOGIA**

Presentada por:

Johnny Alberto Villacrés Sánchez

Guayaquil - Ecuador

1990

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento al Ing. **Edisón Navarrete C**, Director de esta Tesis por su guía para el desarrollo de la misma.

A Ing. Galo Montenegro, Geóloga Martha Ordoñez, Ing. Stalin Benitez y demás personal de Petroproducción por la ayuda prestada para la elaboración de los análisis petrográficos y paleontológicos.

A el Dr. Gonzalo Rubio, Jefe del Departamento de Microscopia Electrónica del Instituto Nacional de Higiene, por la ayuda brindada.

A los TNNV-UN Fernando Zurita Fabre., Jefe del Departamento de Ciencias del Mar y TNNV-UN Patricio Goyes R., Jefe de la División de Geología Marina del INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE LA ARMADA, por el apoyo brindado y a todas las demás personas que de una u otra forma colaboraron en la elaboración de esta Tesis.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

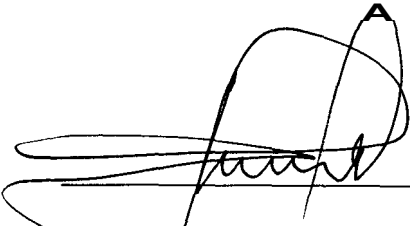
A MI HIJO

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

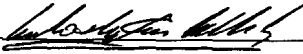
Johnny A. Villacrés Sánchez.



Ing. Miguel Angel Chavez
DECANO ENGDO. FACULTAD DE
ING. EN CIENCIAS DE LA TIERRA.



Ing. Edison Navarrete C.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Jorge Calle G.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Sergio Aguayo E.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

RESUMEN

Los afloramientos de la Formación Angostura expuestos en el Río Cascol, Cerro La Mona y a lo largo de la carretera Cascol Jipijapa, Provincia de Manabí, corresponden a arenas de plataforma depositadas en una plataforma marina somera, como producto de la gran transgresión marina somera del Mioceno medio.

Litológicamente la serie estratigráfica comienza con una secuencia de areniscas amarillentas de grano medio a fino de edad no determinada por la ausencia total de microfósiles, en esta zona; y hacia el tope aparecen estratos de areniscas grises oscuras de grano grueso a medio, intercaladas con potentes estratos de calizas bioclásticas, cuyo análisis micropaleontológico arrojó un intervalo de edad que puede variar desde la parte superior del Mioceno inferior hasta la parte media del Mioceno medio.

Basados en el estudio de las estructuras sedimentarias y en los foraminíferos bentónicos encontrados, se pudo determinar que estas secuencias corresponden a dos facies sedimentarias distintas: arenas intramareales y arenas de plataforma, las cuales se depositaron en un rango de profundidad que varía de los 20 a 100 metros.

INDICE GENERAL

	Pag.
Resumen	1
Indice General	2
Indice de Figuras	5
Indice de Fotografías	6
Indice de Abreviaturas	8
INTRODUCCION	9
Area de estudio	9
Trabajos anteriores	14
Objetivos del estudio	19
Metodología	19
CAPITULO I.	
ESTUDIOS PALEONTOLOGICOS	22
1.1 Ubicación de las muestras	22
1.2 Principales fósiles presentes	25
1.2.1 Moluscos	36

1.2.2 Foraminíferos	28
1.3 Edad de los Sedimentos	30
1.4 Determinación Paleoecológica	31

CAPITULO II.

COMPORTAMIENTO DE LOS SEDIMENTOS EN PLATAFORMA CONTINENTAL .. 35

2.1 Clasificación de las facies de plataforma según De Miró	37
2.1 .1 Facies de arenas de plataforma	38
2.1 .2 Facies de fango de plataforma	40
2.1 .3 Facies carbonatadas	41
2.2 Clasificación de las facies de plataforma basada en las estructuras internas. 43	
2.2.1 Facies de Arenas (S)	44
2.2.2 Facies Heterolíticas (H)	46
2.2.3 Facies de Fango (M)	48

CAPITULO III.

AMBIENTE SEDIMENTARIO DE LA FORMACION ANGOSTURA 51

3.1 Petrografía	51
3.1 .1 Areniscas	52
3.1 .2 Lumaquelas	55
3.2 Estructuras sedimentarias	64

3.2.1 Laminación horizontal	64
3.2.2 Estratificación cruzada	65
3.2.3 Estratificació cruzada concava	70
3.2.4 Estratificación alternante	70
3.2.5 Estratificación flaser	72
3.2.6 Estratificación lenticular	74
3.2.7 Estructuras diagenéticas	74
3.3 Columna sedimentaria	75
3.4 Ambiente de depositación	81
3.4.1 Facies de arenas intramareales	82
3.4.2 Facies de arenas de plataforma	82

CAPITULO IV

RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
ANEXOS	98
ANEXO A	99
ANEXO B	109
ANEXO C	118
ANEXO D	123
BIBLIOGRAFIA	159
PLANOS	

INDICE DE FIGURAS

N°	Pag.
1. Ubicación del área de estudio	10
2. Secuencia estratigráfica de moluscos en la Cuenca Daule	18
3. Ubicación de muestras paleontológicas en el Rio Cascol	23
4. Ubicación de muestras paleontológicas en el Cerro La Mona	24
5. Subdivisión batimétrica del piso de mar y del agua de mar superyacente	36
6. Secuencia vertical de las subfacies de arenas	45
7. Secuencia vertical de las subfacies heterolíticas	47
8. Secuencia vertical de las subfacies de lodos	50
9. Clasificación de las areniscas de la Formación Angostura.	54
10. Diferentes formas que pueden ser adquiridas por estratificación y laminación paralela	66
11. Diferentes tipos de estratificación cruzada	68
12. Estratificación flaser	73
13. Estratificación lenticular	73
14. Columna estratigráfica del Cerro la Mona (Ver sobre de mapas)	
15. Columna estratigráfica del Rio Cascol (Ver sobre de mapas)	
16. Facies sedimentarias en una plataforma marina somera	83
17. Variaciones del nivel del mar del Paleoceno a el Mioceno	93
18. Probable extension de las cuencas sedimentarias y comportamiento tectónico en el Mioceno del Ecuador.	94

INDICE DE FOTOGRAFIAS

N°		Pag.
1.	Vista panorámica del Rio Cascol	11
2.	Vista panorámica del Cerro La Mona	12
3.	Grano de Labradorita bien conservado (lamina delgada)	56
4.	Grano de Feldespato muy corroído por calcita (lámina delgada)	57
5.	Cemento micrítico depositado entre los granos de la roca (lámina delgada)	58
6.	Relación Eulandita-Calcita como cementación tardía (lámina delgada)	59
7.	Grano de glauconita (lámina delgada)	60
8.	Fragmentos de roca (lámina delgada)	61
9.	Fragmentos de conchas (lámina delgada)	62
10.	Fragmentos de rocas depositados en las calizas bioclásticas.	63
11.	Laminación horizontal	69
12.	Estratificación cruzada concava	71
13.	Estratificación alternante	76
14.	Estratos de areniscas con estratificación flaser	77
15.	Concreción calcárea	78
16.	Contacto de tipo erosivo entre la Fm. Angostura y el Miembro Villingota de la Fm. Tosagua.	86
17.	Clastos blandos	87



18. Estratificación alternante	88
19. Estratificación cruzada concava, con superficie de erosión	89
20. Restos de conchas de moluscos depositados en grandes estratos	90

INDICE DE ABREVIATURAS

aff.	: Afinidad con
cf.	: Comparado con
ej.	: Ejemplo
Fm.	: Formación
Km.	: Kilometros
mts.	: Metros
m.a	: Millones de años
mm.	: Milímetros
N,S,E,W.	: Puntos Cardinales
pp.	: Páginas
Prov.	: Provincia
seg .	: Segundos
s.s	: Senu stricto
vol.	: Volumen

INTRODUCCION

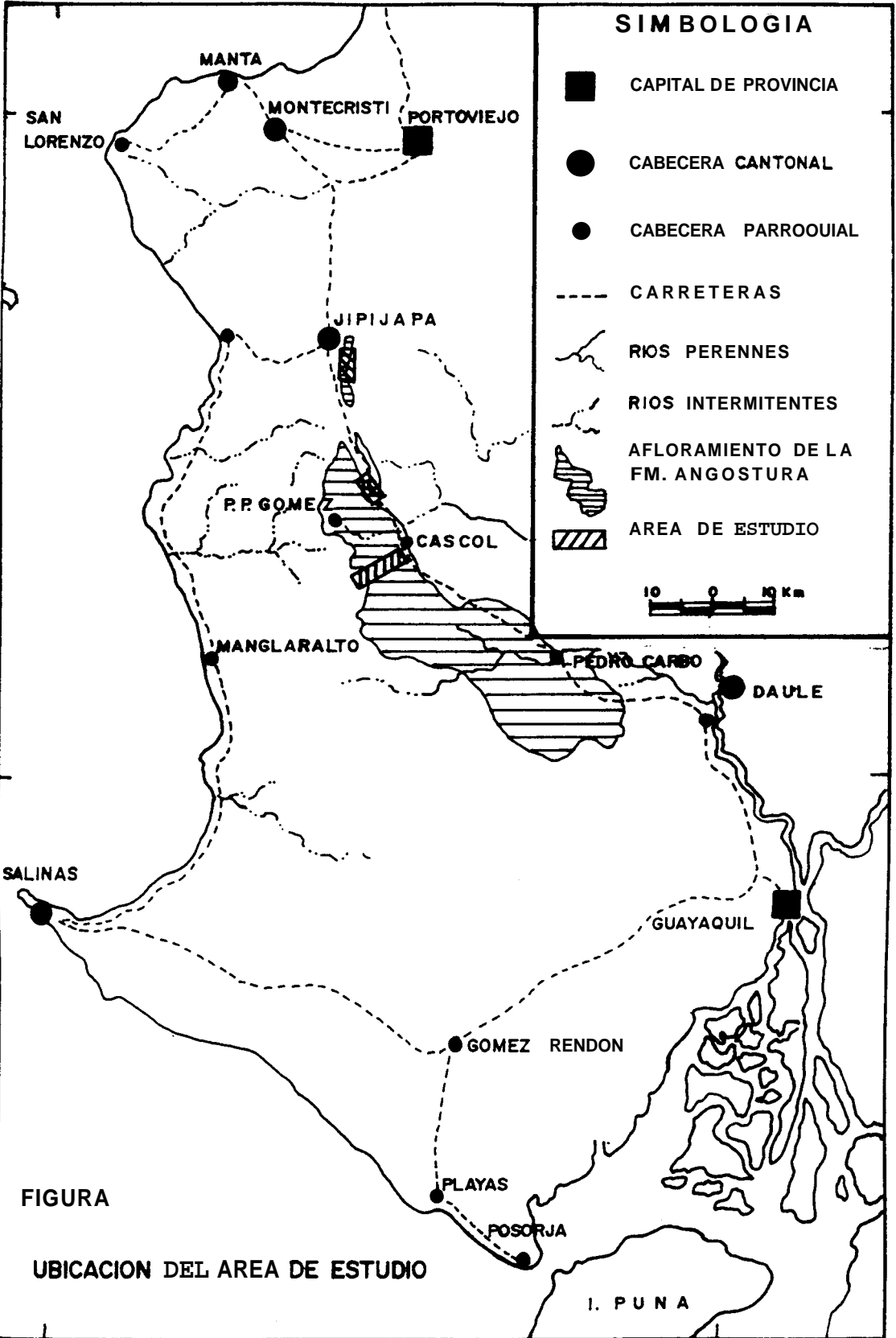
AREAS DE ESTUDIO

UBICACION

En general, la zona estudiada se encuentra en la parte Sur de la provincia de Manabí aflorando a lo largo de la carretera Cascol-Jipijapa esta carretera corta en su mayor parte la Formación Angostura y se pueden observar los contacto suprayacentes con la Formación superior Onzole e infrayacente con la Formación Cayo, en la zona del Rio Cascol, o con el Miembro Villingota de la Formación Tosagua, en las areas cercanas a la población de Jipijapa (Fig 1.)

Los afloramientos de la Formación Angostura encontrados a lo largo del río Cascol (fotografía 11, el cual corta a la Formación en sentido Este-Oeste, en la parte Sur de la provincia de Manabí entre las coordenadas ($80^{\circ} 27'17''W - 01^{\circ} 39'5''S / 80^{\circ} 27'32''W - 01^{\circ} 40'7''S$), constituyen la principal zona estudiada para la elaboración de una columna estratigráfica representativa de la unidad, en el presente trabajo.

Por necesidad de establecer una correlación y completar la información estratigráfica, se tuvo que ampliar el estudio al afloramiento existente en el camino al Cerro La Mona (fotografía 2), por encontrarse aflorando en esta zona la base de la Formación.



FIGURA

UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

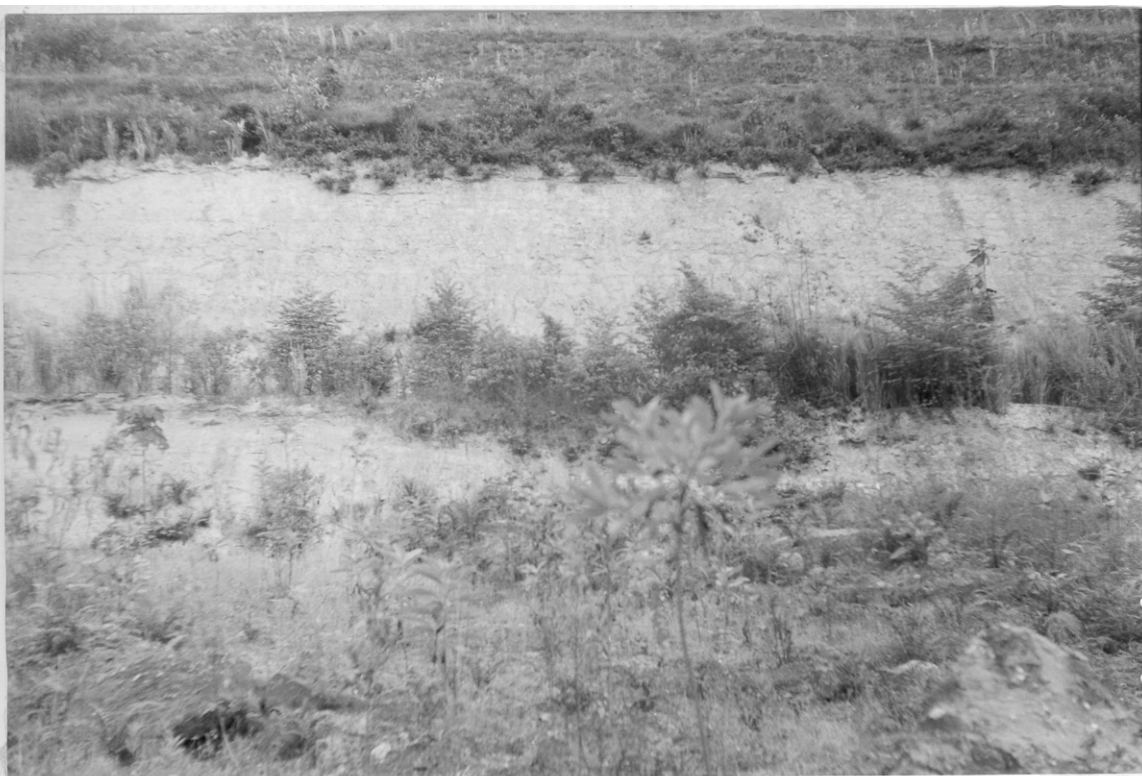
81° W

80°



panorámica del Río Cascol tomada desde la carretera Cascol-
clastos rodados de areniscas bioclásticas en el cauce del río.





a panorámica del corte en el Cerro La Mona, tomada desde la te.

FISIOGRAFIA

Orográficamente la zona de estudio se encuentra ubicada en el flanco Oriental, de la Cordillera Chongón y Colonche, la cual se extiende aproximadamente 120 Kms con un rumbo NO-SE. A medida que se avanza hacia el Oeste y se adentra a la cordillera, se observa una variación de altura de las colinas que va de los 100 metros hasta más de los 600 metros.

Posee un clima clasificado por el IGM (1982), como Tropical Sabana con las siguientes características:

" Se distingue por presentar veranos secos; los meses lluviosos que acumulan los totales anuales son de Enero hasta Mayo; los inviernos se acortan en la zona, el verano es seco, comenzando las primeras lluvias en Diciembre."

Los totales anuales de pluviometría son inferiores a los 1000 mm. Las máximas en 24 horas son irregulares: se conocen de 60 a 200 mm. El promedio de lluvias en invierno es de 10 a 15 y máximo 16 días anotándose una ausencia de lluvias en verano. La humedad relativa es baja variando entre 72% y 80%. Las máximas absolutas de temperatura van de los 32 grados a los 36 grados centígrados y a las mínimas de 13 a 18 grados.

Los relieves ubicados sobre los 300 metros, en el flanco Este de la Cordillera Chongón-

Colonche, están sometidos a un clima Tropical Monzón, según la clasificación de Koppen (AM).

La evaporación en la planicie costera y hasta los 200 metros de altura varía entre los 600 y los 1000 mm anuales. En las alturas comprendidas entre los 200 y aproximadamente los 1000 metros se mantiene estable entre los 400 y 450 mm anuales de evaporación. Según el IGM, entre los años 1960 y 1974 el déficit hídrico fue de 600 mm.

El tipo de vegetación que predomina en el área es xérofila (Manzanillo, arrancillo, espinos, etc...), acostumbrados a altas temperaturas, pero también resisten las sequías y mayores oscilaciones de temperaturas.

Los ríos y esteros son de tipo estacional. En la zona Sur del área presentan una red que drena hacia el E, desembocando a los ríos Colímes y Paján, y estos a su vez en el río Daule. Los de la zona Norte, cerca de la población de Jipijapa, drenan hacia el Oeste. El patrón de drenaje, en general es de tipo dendrítico.

TRABAJOS ANTERIORES

Estudios Estratigráficos

El primer investigador que estudió la Formación Angostura fue Stainforth (1948); le **dió**

el nombre de arenas San Agustín y describió la Formación de la siguiente forma:

"La localidad tipo se encuentra en las Haciendas San Agustín (Lat. $0^{\circ}33'$ S - Long. $80^{\circ}14'$ W), San Ignacio (3 Km de San Agustín) y Miramar; la litología consiste de areniscas con estratificaciones de algunas capas de lutitas con foraminíferos. Es transgresiva sobre las lutitas de la Formación Tosagua y pasa arriba a las lutitas de la Formación Charapotó (= Onzole).

Fox (1956), le da el nombre de Formación San Antonio, el cual piensa que es equivalente lateral de la Formación Tosagua, el describe el afloramiento situado en la región de Briceño y San Isidro al Norte. La litología consiste de limolitas con foraminíferos de color gris claro, finamente estratificadas con arenas y capas finas de tobas.

Marks (1951) coloca a la Formación Angostura como parte del Grupo Daule y le da el nombre de "Basal Calcareous" definiéndola de la siguiente manera:

"La localidad tipo se encuentra al Oeste del pueblo de Jerusalem, se extiende desde un punto 8 Km $S75^{\circ}W$ de Jerusalem a 20.5 km $S83^{\circ}W$ de Jerusalem. En el Oeste la sección empieza en su parte "Basal Calcareous" (= Fm. Angostura), y pasa por su parte media "Blue Siltstone" (= Fm. Onzole) hasta la parte superior "Upper Calcareous" (= Fm. Borbón).

J.C. Mills (1967) en su trabajo sobre la **estratigrafía** de las rocas terciarias del suroeste de las Provincias de Manabí y Guayas; define el miembro "**Basal Calcareous**" como areniscas, limolitas y capas de calizas bioclásticas, que sobresalen de las rocas de edad Cretácica, a lo largo del margen Oeste de la Cuenca Daule el cual se encuentra fallado.

B. Faucher y Savoyat (1973), colaboradores del I.F.P, en su trabajo de síntesis geológica del Ecuador la ubican en el Mioceno Superior; dándole el nombre de Formación Daule y la describen como facies molásicas de areniscas, arenas finas con cantos gruesos y de lutitas finas. Estos niveles son netamente transgresivos sobre el hiato general del Mioceno Medio, o directamente sobre los niveles mas inferiores, es decir sobre el Piñón del Sur de Manabí.

Geólogos de la D.G.G.M han mostrado que las partes del Grupo Daule son en verdad Formaciones que han sido nombradas más al Norte. Por esta razón la Formación Daule fue elevada al rango de Grupo y sus tres Miembros admitidos como Formaciones (Angostura, Onzole y Borbón) con este nuevo concepto tiene una extensión amplia desde Pedro Carbo en el Sur hasta la frontera con Colombia al Norte.

Los trabajos paleontológicos realizados en la Formación Angostura se han hecho en base al reconocimiento de foraminíferos y moluscos.

Stainforth (1948), **Cushman & Stainforth (1951)** y **Stainforth (1968)**, en sus trabajos sobre la microfauna de Angostura traducen una edad que varia desde la cumbre del

Oligoceno medio hasta la base del Mioceno. Pero Stainforth pensó que la Fm. Angostura estaba compuesta por dos fases, una regresiva y otra transgresiva, las cuales estaban separadas por la Formación Viche. En realidad, solo la fase transgresiva corresponde a la Fm. Angostura de autores posteriores.

Stainforth (1948), notó la desaparición de *Globigerina digitata*, *Globigerinoides conglobata* y *Globorotalia barisanensis* y la aparición de *Globorotalia menardii*, *Sphaeroidinella dehiscens* y localmente *Palmarinella thalmani* que según Stainforth corresponden a la transición Oligoceno-Mioceno (Zonas N 3-4 de Blow. 1969). Pero con referencia a la tabla de Postuma (1971), *Globigerinoides conglobata* tiene el rango Zonas N 18-23, *Globorotalia menardii* Zonas N 12-23 y *Sphaeroidinella dehiscens* Zonas N 18-23.

Marks (1951), identificó 44 moluscos del Grupo Daule, y le asignó una edad Mioceno Medio. De las 44 especies solo 12 pertenecen a la "Basal Calcareous" (Fm. Angostura) y solo cinco son restringidos a la zona de arenas de plataforma (Fig. 2).

Olsson (1964), realizó un estudio al Norte, el cual identificó 98 moluscos de edad miocénica (nivel no especificado) en la denominada cueva de Angostura de Olsson.

Sigal (1969), en su trabajo concerniente a la cronoestratigrafía de las formaciones sedimentarias del Ecuador, colocó a la Formación Angostura en la zona de mayeri (Zonas N 13-14). En (1972) en un corte realizado a lo largo del Río Banchal encontró:

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA DE MOLUSCOS EN LA CUENCA DAULE

ESPECIES	EDAD		MIOCENO MEDIO																			
	FORMACION	MIEMBRO	Daule																			
			ANGUSTURA	ONZOLE		BORBON																
	LOCALIDAD																					
			N.A.	1232	1171	1134	1060	1082	1157	1161	1136	1162	1138	1193	1101	1139	*1086	*1225	*1227	1111	N.A.	
<i>Dinocardium ecuadoriale</i> (Olsson)			X	X	X																	X
<i>Clementia darinna</i> (Conrad)			X	X	X																	
<i>Dosinia delicatissima</i> Br. & Pils.			X	X	X																	
<i>Eucrassatella berryi</i> (Spicker)			X	X	X																	
<i>Melongena colombiana</i> Weisbord			X	X	X																	
<i>Apolymetis colombiensis</i> (Weisbord)			X	X	X																	
<i>Glycymeris</i> sp.			X	X	X																	
<i>Chione propinqua</i> Spicker			X	X	X																	
<i>Potamides infraliratus</i> Spicker			X	X	X																	
<i>Noetia daulcana</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Anadara thalia</i> (Olsson)			X	X	X																	
<i>Phos haughri</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Chione daulcana</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Nuculana subibajana</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Terebra</i> cf. <i>T. cucurrupiensis</i> Olin			X	X	X																	
<i>Cancellaria frizzelli</i> Marks			X	X	X																	
<i>Architectonica nobilis</i> Röding			X	X	X																	
<i>Cantharus predistorus</i> Marks			X	X	X																	
<i>Architectonica corusca</i> Olsson			X	X	X																	
<i>Natica guppyana</i> Toulou			X	X	X																	
<i>Conus multiliratus</i> Böse			X	X	X																	
<i>Glyphostoma</i> sp.			X	X	X																	
<i>Strombina daulechica</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Conus sophus</i> Olsson			X	X	X																	
<i>Strombina striatocostata</i> Marks			X	X	X																	
<i>Turricula</i> sp.			X	X	X																	
<i>Turricella infracarinaia</i> Grzyb.			X	X	X																	
<i>Conus bravoii</i> Spicker			X	X	X																	
<i>Pitar</i> aff. <i>P. zacachunensis</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Turricella pronuncia</i> Spicker			X	X	X																	
<i>Cancellaria casicalva</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Cypraca</i> cf. <i>C. henckeni</i> Sowerby			X	X	X																	
<i>Cypraca</i> sp.			X	X	X																	
<i>Architectonica haughtii</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Hanciiia</i> sp.			X	X	X																	
<i>Vitularia ecuadorana</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Cavilucina thalmani</i> hlarkr.			X	X	X																	
<i>Turricella altilira</i> Conrad			X	X	X																	
<i>Pitar multiflorus</i> (Dall)			X	X	X																	
<i>Calliostoma prabau</i> Maury			X	X	X																	
<i>Tritiaria mexicana</i> (Böse)			X	X	X																	
<i>Architectonica sexlinearis</i> Nelson			X	X	X																	
<i>Ostrea</i> (<i>Lopha</i>) sp.			X	X	X																	
<i>Panope</i> cf. <i>P. coquimbensis</i> (d'Orb.)			X	X	X																	

FIG 2- CUADRO MARCANDO LA SECUENCIA ESTRATIGRAFICA DE MOLUSCOS EN LA CUENCA DAULE. TOMADO DE MARKS, 1951
 LOS NUMEROS REPRESENTAN LA LOCALIZACION DE LA MUESTRA
 "NA" MUESTRAS QUE NO ESTAN LOCALIZADAS ESTRATIGRAFICAMENTE JUNTO CON EL MIEMBRO
 * MUESTRA DONDE LA POSICION ESTRATIGRAFICA ES CONOCIDA SOLO APROXIMADAMENTE

Turborotalia siakensis, Turborotalia mayeri, Globoquadrina rohri, Globoquadrina **larmeni**, Globigerinoides altiapertura, Globigerinoides subquadratus y Globigerinatella insueta, colocando a la Formación en la zona de stainforthi o insueta (Zonas **N6-N7** de **Blow**) del Mioceno inferior. Pero con referencia al cuadro 3 de Postuma (1971) es posible colocarla en la base del Mioceno Medio (Zonas **N9**).

Colecciones de moluscos hechas por Geólogos de la D.G.G.M (1975) en los ríos Banchal y Cascol e identificadas por el Museo Británico de Historia Natural, incluyen además de las especies de Marks: Corbula spp, Turritella cf. infracarinata, Calytraea sp., Natica spp., Pitar cf. gatunensis multifilosus, Hipponyx sp., Phalium sp., Antillophos sp., Cancellaria sp., Conus cf. multiratus spiekeri Olsson, Terebra sp.

OBJETIVO DEL ESTUDIO.

Este trabajo tiene como objetivo, el estudio estratigráfico y sedimentológico de la Formación terciaria Angostura, con miras a explicar su génesis, la historia de su depositación y aportar al conocimiento de la Formaciones sedimentarias depositadas en las cuencas de la costa ecuatoriana.

METODOLOGIA.

Se utilizó como base un mapa topográfico escala 1:50.000 ampliado a escala 1:25.000, efectúandose primeramente un reconocimiento fotogeológico del área y

luego, con esta información se realizó la campaña de campo.

La campaña de campo abarcó los siguientes pasos:

1. Reconocimiento de las unidades estratigráficas aflorantes.
2. Determinación de los contactos entre unidades y su naturaleza.
3. Medición de los rumbos y buzamientos de los estratos; así como la dirección de las estructuras sedimentarias de corriente **Ej:** (Estratificación cruzada).
4. Realización de dos columnas estratigráficas detalladas, ubicadas en el río **Cascol** (Coord. $80^{\circ} 27' 17''$ W - $01^{\circ} 39' 5''$ S / $80^{\circ} 27' 32''$ W - $01^{\circ} 40' 7''$ S) y en el Cerro La Mona (Coord. $80^{\circ} 33' 17''$ W - $01^{\circ} 21' 43''$ S / $80^{\circ} 33' 21''$ W - $01^{\circ} 21' 47''$ S).
5. **Muestreo** sistemático de los horizontes de grano fino (limolitas y arcillolitas) y areniscas fosilíferas, para análisis micro y macropaleontológico, respectivamente
6. **Muestreo** de las capas de areniscas y lumaquelas para elaboración de láminas delgadas.

El trabajo de laboratorio y oficina comprendió los siguientes pasos;

1. Las muestras de material fino, como ya se anotó, se utilizarón para análisis micropaleontológicos. Aplicándose las técnicas conocidas de disgregación, tamizado y separación, se preparó el material bibliográfico disponible.
2. Las muestras de arenas y lumaquelas fueron analizadas realizando, láminas delgadas para el conteo e identificación de granos minerales.
3. Una vez realizada la identificación de los microfósiles, moluscos y minerales fueron fotografiados preparándose previamente las muestras mediante las técnicas exigidas para tal efecto.
4. El análisis de facies sedimentarias y determinación del modelo sedimentario se lo realizó utilizando el análisis granulométrico de los estratos.
5. Finalmente se efectuó la fase de interpretación y presentación de resultados, estableciéndose despues las conclusiones y recomendaciones, asi como un modelo paleogeográfico.

CAPITULO I

ESTUDIOS PALEONTOLOGICOS

1.1 UBICACION Y DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS.

La ubicación de las muestras recolectadas tanto en la zona del río Cascol, como en el Cerro La Mona se señalan en los mapas de ubicación (Figs. 3 y 4).

Para el estudio micropaleontológico se analizaron un total de 18 muestras, de las cuales once fueron recolectadas de los estratos de areniscas y limolitas aflorantes en el Río Cascol y las siete muestras restantes de los afloramientos encontrados en el cerro La Mona.

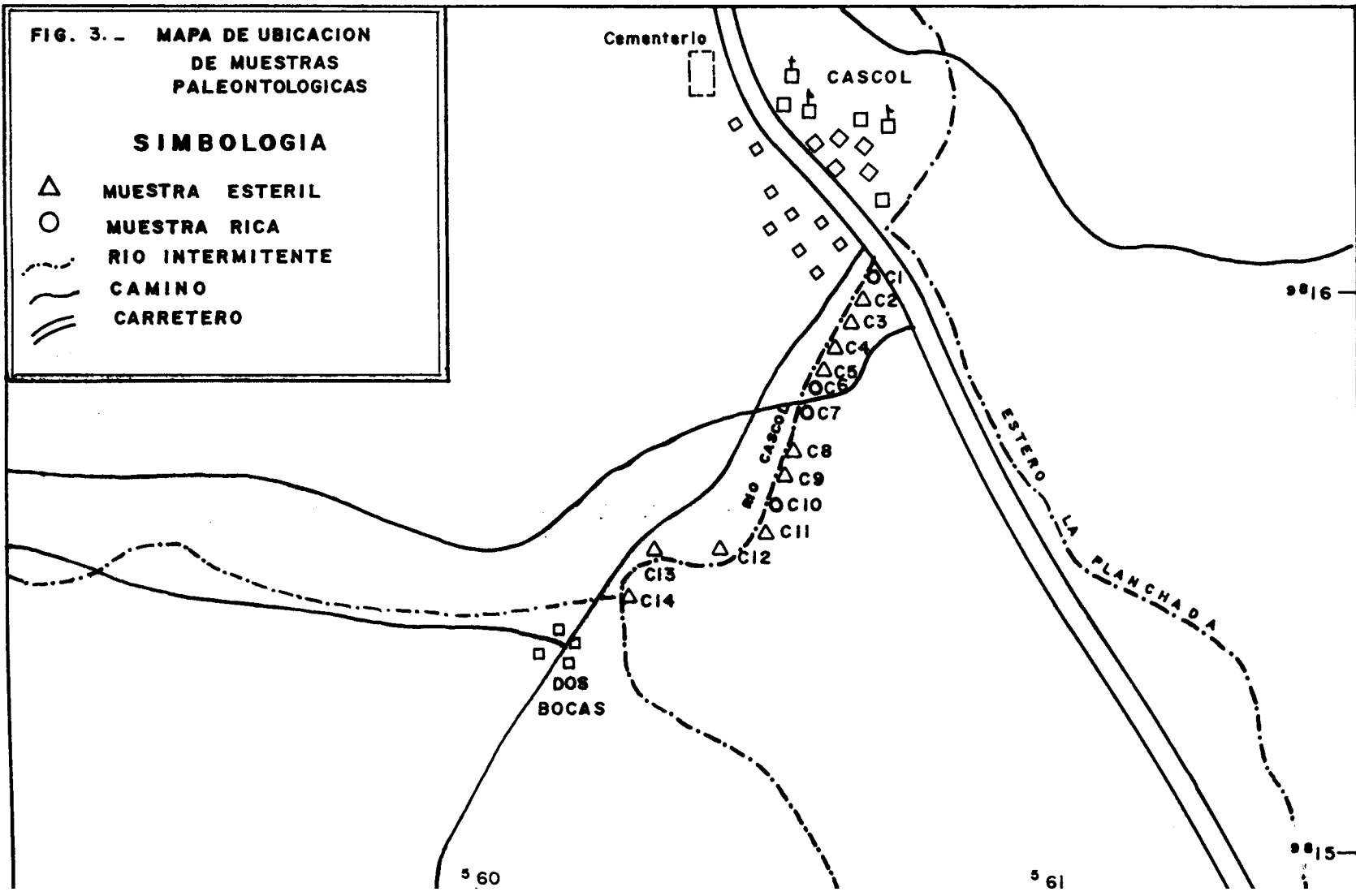
Las muestras ubicadas en el cerro La Mona se presentaron totalmente azoicas, razón por la cual no se pudo realizar el análisis de datación en dichos estratos. Mientras que de las muestras de Río Cascol, solo una resultó fértil con abundante población.

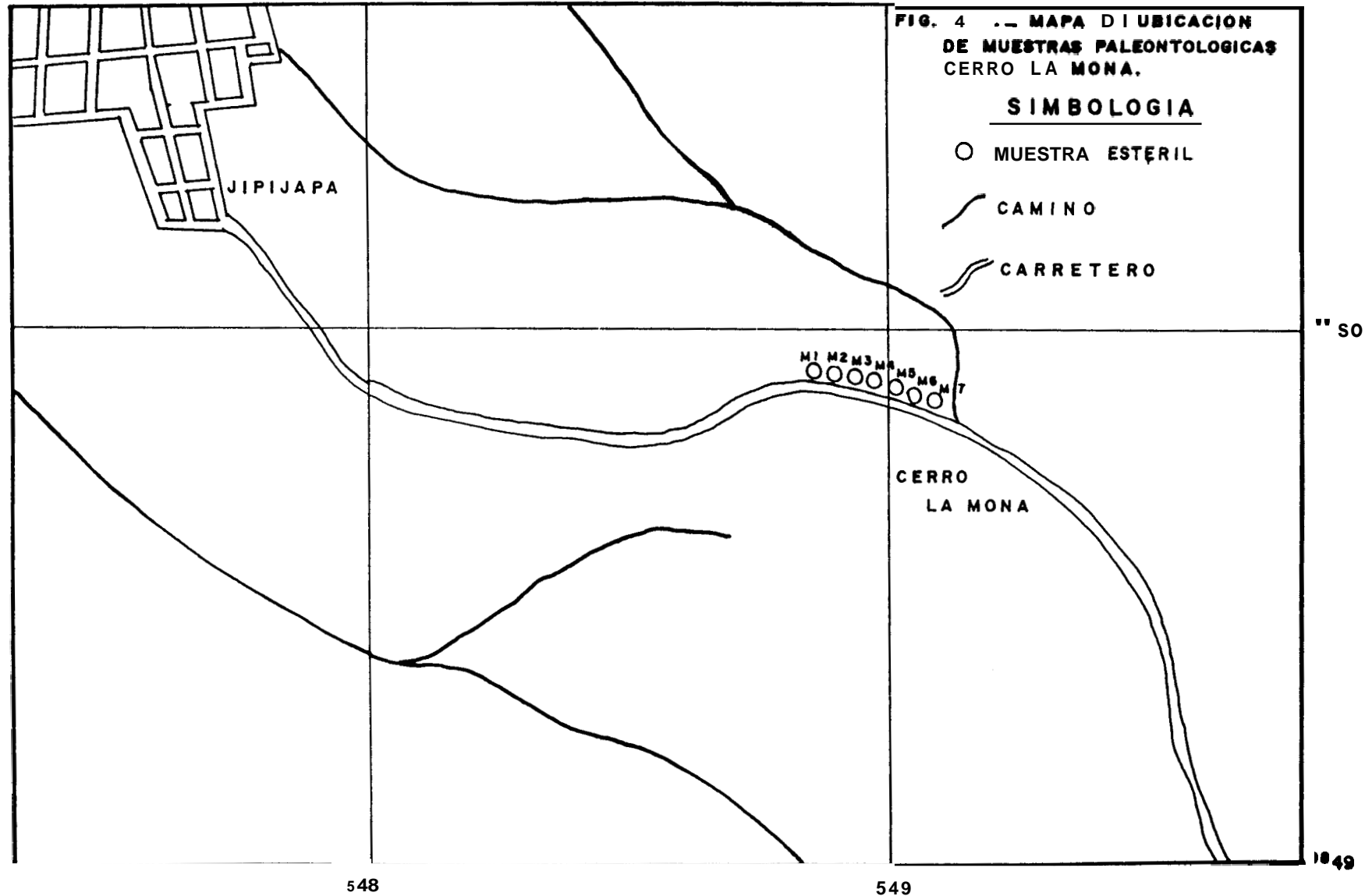
El estudio de los microfósiles, se los realizó mediante la disgregación de tres

FIG. 3. - MAPA DE UBICACION
DE MUESTRAS
PALEONTOLOGICAS

SIMBOLOGIA

- △ MUESTRA ESTERIL
- MUESTRA RICA
- · - · - RIO INTERMITENTE
- CAMINO
- ≡≡≡ CARRETERO





muestras de areniscas fosilíferas encontradas en el Río Cascol.

El registro de las muestras micro y macropaleontológicamente fértiles incluye:

La separación de los grupos de cada grupo, orden alfabético.

La lista de especies de cada grupo, en orden alfabético.

Las condiciones de conservación de los especímenes, principalmente los foraminíferos.

La abundancia relativa de cada especie.

- Un comentario general de la forma en que se presenta la muestra.
- La fotografía de cada uno de los géneros y especies de foraminíferos y moluscos, se encuentran en los Anexos B y C, respectivamente.

1.2. PRINCIPALES FOSILES PRESENTES.

Como ya se anotó en la descripción de las muestras los principales fósiles encontradas en el área de estudio fueron obtenidos en el Río Cascol; las muestras del Cerro La Mona resultaron azoicas en su totalidad.

1.2.1. Moluscos.

Los moluscos son los principales macrofósiles presentes predominando relativamente los de la Clase Pelecypoda sobre la Gasteropoda.

Entre los Pelecipodos, el Orden que predomina relativamente es el Heterodontida, siguiéndole en porcentaje los Ordenes Adapedontida e Isodontida y en menor porcentaje el Orden Eutaxodontida; en general, la conservación de esta Clase de moluscos es mala, encontrándose la mayoría de **ellos** desgastados por meteorización y bien cementados a la matriz, lo cual produjo su fracturación al momento de separarlos e impidió la obtención de ejemplares.

Además el relleno al que estaban sometidos dificultó, una buena identificación de estos.

Dentro de los Gasteropodos, son los de Orden Mesogastropoda los que predominan en la zona, observándose en los estratos un alto porcentaje del género Turritella. Los de la Clase Neogastropoda son los que siguen en importancia, sobresaliendo en importancia el género Conus; y luego los géneros Terebra y Oliva.

Esta clase de moluscos a diferencia de los anteriores se encuentran mejor

conservados aunque la mayoría de ellos presentan relleno dentro de **sus** cavidades, lo cual impidió una buena identificación a nivel de especie.

La fotografía de cada uno de los moluscos encontrados con su descripción taxonómica se encuentran en el Anexo C.

Para la identificación de los moluscos se utilizarón los textos: **Neogeno Mollusks from Northwestern Ecuador** escrito por Alex Olsson en 1964; **The Invertebrates (Mollusca I)** realizado por Libbie H. Hyman en 1967 y **Sea Shells of Tropical Wets America** escrito por Myra Keen en 1971.

La mayoría de los especímenes fueron identificados hasta el nivel de género, pues la disponibilidad limitada de bibliografía y el relleno que contenían muchos caparazones impidió su identificación al nivel de especie.

Los moluscos encontrados dentro de los estratos de la Fm. Angostura anotados en orden alfabéticos son:

Anadara cf. boggsi.

Chione cf. amathusia.

Chione (Lirophora) tembla.

Conus cf. riosantiagensis.

Conus cf. multiratus spiekeri Olsson.

Corbula sp.

Dinocardium cf. ecuadorialis.

Oliva cf. cueva.

Oliva sp.

Polinices cf. cora.

Pecten sp.

Turritela cf. infracarinata.

Terebra sp.

1.2.2. Foraminíferos.

Dentro del grupo de los microfósiles se observaron ostrácodos y espículas de equinodermos, pero los foraminíferos fueron los principales.

La mayoría de los caparazones de foraminíferos se encontraban en buen estado de conservación, mostrando señales de muy poco desgaste y corrosión.

Se observó una relativa superioridad en abundancia de los géneros bentónicos sobre los planctónicos; destacándose los ejemplares bentónicos del género Nonion, siguiéndole en abundancia los géneros Hanzawaia y Cibicides; en menor número aparecen los géneros

plantónicos *Globigerina*, *Globorotalia* y *Globigerinoides*.

La identificación de los foraminíferos hasta el nivel de especie así como su distribución estratigráfica se la realizó gracias a la ayuda del personal que labora en el Laboratorio de Micropaleontología de PETROECUADOR.

Los géneros y especies de foraminíferos identificados en la única muestra fértil son:

Buccella peruviana.

Casidulina laevigata.

Cibicides pseudoungerianus.

Hanzawaia concentrica.

Nonion montereyanum.

Quinqueloculina bicostata.

Quinqueloculina seminula.

Trochanminoides cf. coronatus.

Globigerina foliata.

Globigerina falconensis.

Globigerina aff. pseudociperoensis.

Globigerina psaebulloides.

Globigerina woodi connecta.

Globorotalia mayeri.

Globorotalia cf. conomiozea.

Globorotalia siakensis.

Globorotalia continuosa.

Globoquadrina dehiscens.

Globigerinoides subquadratus.

Globigerinoides aff. bulloideus.

1.3. EDAD DE LOS SEDIMENTOS.

A partir del análisis de la muestra con foraminíferos (**C7**), se puede decir que el tope de la Fm. Angostura en el río Cascol (ver columna estratigráfica), tiene una edad probable con un rango desde la parte superior del Mioceno inferior (piso Burdigliano superior, Zona N-7 de Blow) hasta la parte media del Mioceno medio (piso Langhiano medio, zona N-12 de Blow), correspondiendo al límite inferior a la aparición de *Globigerina falconensis* y *Globigerina aff. pseudociperoensis* y el límite superior a la desaparición de *Globigerina aff. pseudociperoensis* (ver Tabla I).

Aunque el límite inferior podría ser trasladado hasta el comienzo del Mioceno medio (comienzo del Langhiano, Zona N-9 de Blow) debido a la aparición de *Globorotalia cf. conomiozea*, pero la regular determinación específica no lo permite en su totalidad.

Este trabajo es correlacionable a la microfauna encontrada por **J. Sigal (1972)**, en el Río Banchal la cual correspondía a una facies de Noniodae; existiendo la posibilidad de que estas facies sea equivalente a la zona de Nonionella, distinguida en la base de la Formación Progreso por otros autores (**Small. 1952**).

En base a los pláctonicos mas importantes encontrados por **J. Sigal**: *Turborotalia siakensis*, *Turborotalia mayeri*, *Globoquadrina rohri*, *Globoquadrina larmeni*, *Globigerinoides altiapertura* y *Globigerinatella insueta* indican que este perfil debe ser ubicado en la zona de *stainforthi* o de *insueta*, es decir en la parte media del Mioceno inferior.

El análisis de las muestras que contienen moluscos (**C1, C6, C7, C10**) permite suponer una edad correspondiente al Mioceno medio por comparación de la fauna encontrada con aquella analizada por **Alex Olsson** en el noroeste del Ecuador (Provincia de Esmeraldas).

Por lo tanto integrando los resultados de los análisis de edad de muestras con foraminíferos y moluscos de la Fm. Angostura en el contacto con la suprayacente Fm. Onzole en los afloramientos del río Cascol, se concluye que estos sedimentos fueron depositados durante el Mioceno medio, pero con una edad no mayor a la parte media del mismo.

1.4. DETERMINACION PALEOECOLOGICA.

Gracias a la asociación faunística que se encuentra en los estratos aflorantes en el Rio Cascol, se puede determinar relativamente el ambiente de depositación en el cual estuvo sometido la Formación Angostura.

Se puede decir que los sedimentos correspondientes a esta Formación se depositaron en aguas someras y cálidas, en un rango de profundidad entre 20 y 100 metros, debido a las pruebas expuestas a continuación.

Las pruebas de depositación en aguas someras son las siguientes:

- 1) La aparición en las muestras de foraminíferos de las especies *Quinqueloculina seminula* y *Hanzawaia concentrica* las cuales han sido reportadas en un rango de profundidad de 20 a 100 mts. (ver Tabla II).
- 2) La gran cantidad de moluscos típicos de aguas someras (*Turritella*, *Conus*, etc, ...) los cuales se encuentran depositados a manera de cinturones alternantes paralelos a la antigua línea de costa.
- 3) La asociación de foraminíferos existentes en las muestras, presentan una predominancia de los géneros bentónicos sobre los pláctónicos.
- 4) La inexistencia de radiolarios u otros organismos típicos de aguas profundas.

Las pruebas relacionadas a las aguas cálidas son las siguientes:

- 1) La predominancia en las muestras de *Nonion montereyanum*, *Cassidulina laevigata* y *Buccella peruviana* que según estudios sobre distribución de foraminíferos bentónicos recientes en el Golfo de Guayaquil realizado por E. Gualancañay (1972), indican que estas especies son predominantes de este tipo de aguas.
- 2) La inexistencia de radiolarios y diátomeas indicadores de aguas frías.

TABLA: II .— RANGOS DE PROFUNDIDAD PARA EL HABITAT DE LOS FORAMINIFEROS BENTONICOS ENCONTRADOS EN EL RIO CASCOL

PROFUNDIDAD ESPECIES	METROS	20	50	100	200	500	1000
	PIES	60	150	300	600	1500	3000
Quinqueloculina seminula		●—————●					
Quinqueloculina bicostata		●—————●					
Nonion monterayanun		●—————●					
Hanzawala concentrica		●—————●					
Cibicides pseudoungerianus		●—————●					
Cassidulina laavigata		●—————●					
Buccella peruviana		●—————●					
Trochamminoides cf. coronatus		●—————●					

CAPITULO II

COMPORTAMIENTO DE LOS SEDIMENTOS EN PLATAFORMA CONTINENTAL

Tomando como base la topografía submarina, se puede dividir el ambiente de sedimentación en cuatro zonas (Fig. 5).

1. La zona litoral: se denomina de esta forma al área de contacto entre el mar y el continente se caracteriza por el dominio de numerosas corrientes costeras que varían constantemente su posición. El material de esta zona está compuesto por arena y lodo las partículas finas en esta zona son removidas rápidamente por las olas y las corrientes, haciéndolas flocular y llevándolas mar adentro.
2. La plataforma continental: se denomina así a la natural prolongación que se encuentra ubicada debajo de las aguas neríticas y se prolongan hasta la zona de rompimiento. Las corrientes en esta zona se presentan homogéneas y definidas; los sedimentos que predominan son de tipo arenosos y limoso, procedentes en su mayor parte del continente.

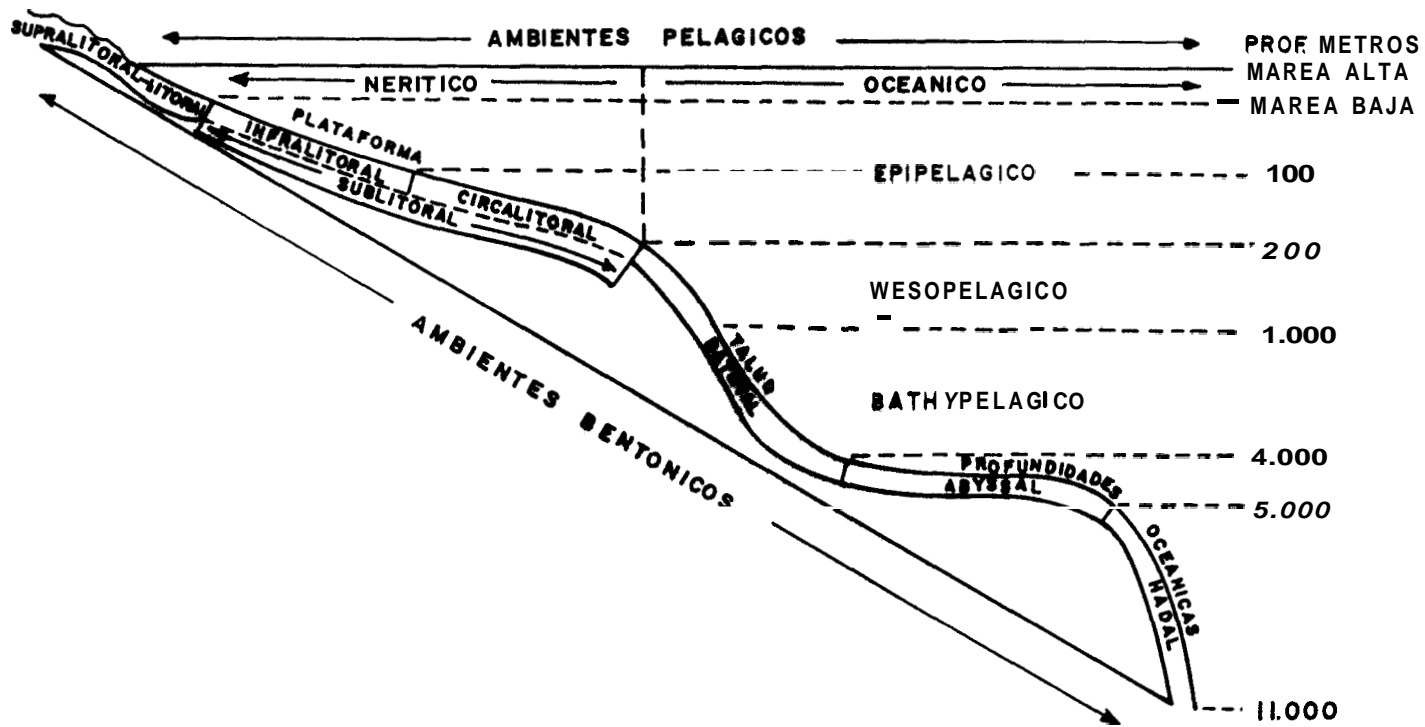


FIG. 5. - SUBDIVISION BATIMETRICA DEL PISO DEL MAR Y DEL AGUA DE MAR SUPERYACENTE

Tomada de Krumbain y Sloes (1969)

3. El talud continental: se denomina con este nombre al quiebre de pendiente, el cual está acompañado por un cambio en el régimen de las corrientes. Los sedimentos del talud continental están más o menos distribuidos de la siguiente forma: arena 25%, fango 60% del talud, rocas o gravas 10% y conchas o barros de organismos el 5%. Las características de los sedimentos del talud varían según su relación con las fuentes de material detrítico.
4. El Océano profundo: se caracteriza por una relativa disminución de la movilidad de las aguas. Los sedimentos en esta zona son turbiditas distales formadas por la alternancia de sedimentos pelágicos y de elementos transportados por corrientes de turbidez que han sobrepasado el talud. La mayor parte del sedimento consiste de material detrítico, carbonato cálcico biógeno, algunos minerales autógenos y materia orgánica.

2.1. CLASIFICACION DE LAS FACIES DE PLATAFORMA SEGUN DE MIRO.

Cuando los sedimentos llegan al mar su carga se divide en dos partes: la fracción arena que se deposita cerca de la costa donde queda sujeta a los mecanismos de transporte de esta zona que tiende siempre a confinarla junto a ella; y la fracción limo arcilla o más fina que es transportada en la columna de agua más allá de la zona costera. Las arcillas que se depositan en el fondo con las facies de arena son puestas en suspensión nuevamente por varios mecanismos y llevadas hacia la parte externa de la plataforma.

Las arenas de las facies costeras se limitan a las zonas costeras hasta una distancia de tres a cinco kilómetros y una profundidad de 10 a 20 metros, dependiendo de la intensidad y el período de las olas. Las facies de plataforma se depositan mas alla de las arenas costeras en general hasta unos 15 kilómetros.

En las áreas donde el aporte terrígeno es escaso los sedimentos son predominantemente calcáreos; esto puede ocurrir en algunas plataformas continentales pero es mas frecuente en las plataformas aisladas centroceánicas y alrededor de islas y penínsulas estrechas.

Los depositos sedimentarios marinos de plataforma continental pueden ser divididas en litofacies, basándose en su tamaño de grano, textura, relación arena-lodo, espesor de las capas, estructuras sedimentarias, grado de bioturbación y contenido de cuerpos fósiles. Un incremento en la relativa abundancia del contenido faunal hará necesaria una clasificación de biofacies las cuales son completadas por el esquema de litofacies.

2.1.1. FACIES DE ARENAS DE PLATAFORMA.

La mayoría de las costas son de naturaleza transgresiva donde la elevación eustática del nivel del mar o a la subsidencia de una cuenca exceden los efectos de depositación, estas zonas estan marcadas en la plataforma por arenas basales transgresivas, las cuales se distingue por

ser arenas gruesas constituídas por terrígenos y una proporción variable de elementos cálcareos y glauconita.

El diámetro de estas arenas puede ser de medio a grueso, tienen un buen grado de selección y redondez, sus minerales pesados son característicos y diferentes de la zona costera. (De Miró, 1977).

Los elementos esqueléticos pertenecientes a estas facies en su mayoría no viven en el area y muestran un grado de fracturación, redondez, erosión y relleno que indican su carácter relicto.

Contienen escasa materia orgánica, máxima de 1-2% y una proporción de 10%-50% de glauconita. El contenido de carbonato varía según la tasa de aporte de los sedimentos siendo de muy alta a muy baja, a veces diferenciándose dos **subfacies** diferentes: terrígena y calcarenítica.

Subfacie terrígena.- En esta subfacie predominan los granos de cuarzo, feldespatos y algunos minerales pesados. Los minerales pesados se distribuyen a manera de cinturones alternantes que se deben al desarrollo litoral durante la permanencia o inversiones del nivel del mar. Pueden existir enclaves de partículas finas mezcladas con la arena que se depositan en época de calma y posteriormente se mezclan con la arena.

Subfacie calcarenítica.- Aquí predominan los restos **esqueléticos** de organismos que viven en aguas muy someras o costeras, existiendo también algunos microorganismos bentónicos y planctónicos en especial foraminíferos. En esta subfacie el contenido cálcareo puede ser muy alto del orden del **75%-90%**, y la glauconita con algunos otros detritos completan el porcentaje.

2.1.2. FACIES DE FANGO DE PLATAFORMA.

Estas facies están constituidas especialmente por sedimentos de grano fino (arcilla y arcilla limosa), y además arena fina, pero se caracteriza por la abundancia de foraminíferos bentónicos en la fracción arena y por su contenido de materia orgánica elevada, con un alto contenido de nitrógeno en comparación con las facies de delta. Puede existir minerales de precipitación química, los restos esqueléticos calcáreos corresponden a los organismos que viven en el área y los terrígenos que se depositan están relacionados con fuentes de sedimentos actuales (continentales). Los minerales autógenos se forman a consecuencia del equilibrio agua-fango.

Los factores que controlan estas facies son: la morfología **concava** que permite que los sedimentos queden al abrigo de la dinámica de las aguas.

La cercanía de una fuente de material fino, las condiciones oceanográficas y químico-biológicas los cuales determinan el tipo y abundancia de materiales autógenos.

La extensión de estas facies en la plataforma dependerá de la tasa de aporte y de la intensidad de los agentes oceanográficos que pueden impedir la depositación o resuspender las partículas finas. En general, nunca recubren toda la plataforma y se encuentran después de las arenas de plataforma.

2.1 .3. FACIES CARBONATADAS.

Este tipo de facies se forman en áreas donde el aporte terrígeno es escaso, como las plataformas aisladas centroceánica alrededor de islas y penínsulas estrechas.

El contenido de carbonato de calcio de algunos sedimentos depende de dos factores: de la temperatura del agua y de la tasa de sedimentación de terrígenos.

El grado de saturación de carbonato cálcico aumenta con la temperatura, desafortunadamente esta correlación no se cumple si el aporte de terrígenos es muy grande.

El influjo de sedimentos terrígenos no solamente diluye los granos de carbonato, sino que también puede enterrar algunas facies carbonatadas, en las regiones donde no existen áreas de aporte de terrígenos o las corrientes impiden su depositación los carbonatos predominaran.

Debido a que la sedimentación terrígena es comúnmente mas importantes a áreas cercanas a la costa, el contenido de carbonatos aumenta en la plataforma externa.

El máximo de carbonato puede encontrarse en la plataforma externa o en el talúd superior, más hacia aguas profundas vuelve a decrecer, en respuesta a un incremento de sedimentación no terrígena o a una disminución de la sedimentación de carbonatos.

Las facies carbonatadas en aguas someras, menores a 20 mts. de profundidad, contienen una distribución zonal por componentes a modo de bandas mas o menos paralelas a la costa. Junto a la costa se distribuye una calcilutita con foraminíferos o moluscos, le sigue una banda con fango fino calcáreo aragonítico, otra de oolitos y un cordón discontinuo de arrecifes coralinos asociados a algas cálcareas y a calcarenitas esqueléticas procedentes de la destrucción de la zona arrecifal, además contienen foraminíferos grandes y resistentes.

Entre 20 y 200 metros, las facies carbonatadas de plataforma pueden muy bien ser una mezcla de elementos actuales y relictos de las transgresiones. Los corales del borde de plataforma (100-180 metros) y los oolitos que a veces se encuentran en las plataformas medias (70-80 metros) son casi con seguridad formaciones relictas.

Las facies de calcarenitas esqueléticas pueden contener muchos elementos actuales, en especial las calcarenitas de foraminíferos bentónicos y planctónicos de la plataforma.

Las calcarenitas que desde unos 70 metros de profundidad se acercan a la costa y pasan gradualmente a las facies de arenas transgresivas basales (De Miró, 1977), también deben considerarse relictas y son las subfacies cálcareas de las facies de arena transgresiva basal.

2.2. CLASIFICACION DE FACIES DE PLATAFORMA BASADA EN LAS ESTRUCTURAS INTERNAS SEGUN BOERSMA.

Boersma (1975), realizó una clasificación de las facies de plataforma, tomando como elementos principales para dicha clasificación las estructuras sedimentarias dominantes y el porcentaje de arena-arcilla, lo cual demuestra una discontinuidad en las condiciones de energía física, lográndose diferenciar tres facies dentro de la plataforma continental.

2.2.1. FACIES DE ARENAS (S).

Determinada inicialmente por su gran contenido de arena (90% a 100%) y subdividida, sobre las bases de su estructura sedimentaria dominante, en tres subfacies (Fig. 6):

- (1) Estratificación cruzada (Sa)
- (2) Laminación paralela (Sb)
- (3) Laminación cruzada (Sc)

La laminación paralela (Sb) usualmente refleja condiciones de régimen con flujo hidráulico bajo, posiblemente combinado con depositación de la suspensión, causada por una corriente unidireccional o acción de las olas.

La estratificación cruzada (Sa) y laminación cruzada (Sc) reflejan condiciones de régimen hidraulico bajo, durante la migración de las dunas (megaripples) y ripples de pequeña escala (corrientes, olas o diversas combinaciones de flujo) respectivamente.

La movilidad del sustrato en estos depositos de alta energía generalmente previenen la colonización faunal y los restos fósiles son usualmente escasos.

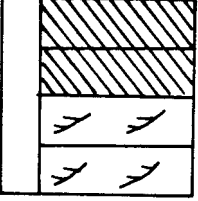
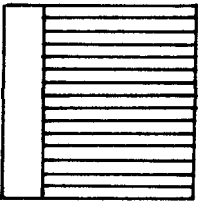
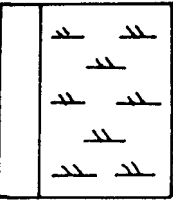
SUBFACIES	COLUJMA TÍPICA	ESTRUCTURAS INTERMAS	% ARENA	ESPESOR	PROCESOS INFERIDOS
Sa Estratificación cruzada		Estratificación cruzada-plenar Estratificación cruzada en surco	50 a 100%	10 -200 CM.	Estratificación cruzada de variable en tipo y espesor Representa dunas, megaripples (capas en surco) y ondas de arena (capas planares.)
Sb Estratificación Plenar		Laminación paralela de bajo caudal		Variable	Olas o corrientes forman laminación asociada con condiciones de alta energía.
Sc Laminación cruzada		Laminación cruzada		1-5 CM.	Laminación cruzada. varía orientación al tipo de Ripple según la corriente, combinando Ripples de corrientes y olas.

FIG. 6

SECUENCIA VERTICAL DE LAS SUBFACIES DE ARENA PERTENECIENTES A UN AMBIENTE SUBLITORAL.

Tomado de Boersma (1.975)

2.2.2. FACIES HETEROLITICAS (H).

Consiste de delgadas capas depositadas con un variable contenido de arena (10%-90%), haciendo posible dividir las en tres subfacies (Fig. 7):

- | | | |
|---------------------|------|--------------------|
| (1) Arena dominante | (Ha) | (75%-90% de arena) |
| (2) Mixta | (Hb) | (50%-75% de arena) |
| (3) Lodo dominante | (Hc) | (10%-50% de arena) |

Las subfacies de arenas dominantes (Ha), está caracterizada usualmente por espesores de 5-20 cm, con estratos paralelos y capas de areniscas lateralmente persistentes separadas por areniscas con laminación ripple.

En las subfacies mixtas (Hb) los estratos de lodos ocurren como continuos y discontinuos pliegues formando estratificación flaser y ondulada.

Las subfacies de lodo dominante (Hc) esta caracterizada por la presencia de estratificación lenticular.

La variabilidad de estas facies refleja fluctuaciones en la intensidad y periodicidad de las condiciones hidrodinámicas y en el suministro de sedimentos. La sedimentación por arrastre y suspensión es activa dando lugar a la formación de un gran número de estructuras sedimentarias.

SUBFACIE		ESTRUCTURAS INTERNAS	% ARENA	ESPESOR	PROCESOS INFERIDOS
He Arino Dominante		Laminación Paralela	75 0 90%	1-20 cm. mor. 200	Alteraciones de laminación paralela y cruzada en las capas de areniscas. El espesor de las capas de areniscas podrían formar 20-90% de estas subfacies. -Amalgamación podría ser común -Arena depositada por suspensión y arrastre -Variables ripples retrabajados por corrientes y olas
		Laminación Paralela o cruzada		1-20 cm. mor. 200 cm.)	
		Laminación de bajo ángulo y planar		5-20 cm. max. 50 cm.)	
		Asiadas estratificaciones cruzadas planares		5-20 cm. max. 50 cm.)	
		Areniscas Coa estratificación flasher		1-5 cm.	
Hb Mixta		Laminación Paralela	50 0 75%	1-10 cm.	-Mayormente areniscas con laminación ripple y yodos con subordinadas capas de areniscas con laminación paralela (10-50%) -Variable tipos de laminación cruzada en respecto a corrientes, combinando ripples de flujo y olas. -Período de invierno y verano podrían ser reconocidos. -Capas de areniscas bioturbadas en su parte superior.
		Laminación Paralela o cruzada		1-10 cm.	
		Laminación de bajo ángulo		1-10 cm.	
		Estratificación flasher ondulada		1-3 cm.	
He lodo Dominante		Laminación Paralela	10 0 50%	1-5 cm.	-Mayormente estratificación linaen con raras capas de areniscas (5-10%) -Lentes de arenas formadas por procesos de corrientes y olas. Areniscas intercaladas depositadas de la suspensión durante el invierno. -Suspensión y deposición de lodos predominantes durante el verano. Intenso bioturbación
		Laminación Paralela o cruzada		1-5 cm.	
		Estratificación lenticular		1-3 cm.	

FIG. 7.- Secuencia vertical de las rubofacies heterolíticas pertenecientes a un ambiente subitoral

Tomada de Boersma (1.975)

Los eventos de alta energía son remarcados por el espesor y persistencia de las capas de arenisca. El tipo de laminación ripple en las unidades flaser-ondulada-lenticular provee una manera de distinguir la relativa importancia de los procesos de olas y corrientes.

Los fósiles ocurren como ricos concentrados cerca de la base de las capas de areniscas donde forman conjuntos transportados. En cambio, la parte superior de las capas de areniscas crece en su intensidad de bioturbación.

La recolonización del substrato bajo condiciones normales sigue a períodos de excepcional alta energía. En general, estas facies están comúnmente asociadas con ricos conjuntos de traza fósil, la alternante depositación de arena y lodo ayudará a la preservación de la misma.

2.2.3. FACIES DE FANGO (M).

A estas facies Boersma la dividió en dos subfacies:

- (1) Lodos con pequeñas intercalaciones de arcilla, arena y fragmentos de moluscos (Ma).

- (2) Lodo homogéneo con restos faunales esparcidos (Mb).



Las pequeñas capas gradadas (1-2 cm) reflejan la periódica depositación de la suspensión. Los restos faunales proveen la mayor información para la reconstrucción de los ambientes de lodo de plataforma, particularmente donde los moluscos son sometidos a poco o ningún transporte (Fig. 8).

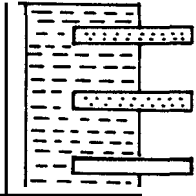
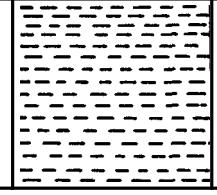
SUBFACIES	COLUMNA TÍPICA	ESTRUCTURAS INTERNAS	% ARENA	ESPESOR	PROCESOS INFERIDOS
Ma		Estructuras de arena gradada y/o rica en fragmentos calcáreos.	0-10%	1.1-2 cm.	Mayormente lodo con pequeñas intercalaciones de arena; arena y arcilla en los lentes.
Mb		Lodo			Deposición en sustrato de suspensión. Olas y Corrientes activas solo acompañan tempestades. Intensa bioturbación in situ o ligeramente transportada de faunas bentónicas.

FIG. 8.

SECUENCIA VERTICAL DE LAS SUBFACIES DE LODO PERTENECIENTES A UN AMBIENTE SUBLITORAL.

Tomado de Boerrma (1.975)

CAPITULO III

SEDIMENTOLOGIA

3.1 PETROGRAFIA

Los conceptos y parámetros que se utilizan para la descripción y denominación de las rocas son los tomados de la Petrografía de Williams, Turner y Gilbert (1968).

Se efectuó el análisis de siete muestras, obtenidas en la base y tope de la Fm. Angostura, las cuales fueron ubicadas sistemáticamente en las columnas estratigráficas levantadas (ver sobre de mapas).

En cada muestra se realizó primeramente la descripción macroscópica de la muestra de mano, según la siguiente secuencia: tamaño de grano, color, consolidación y laminación. Se realizaron pruebas con ácido clorhídrico para determinar la naturaleza calcárea.

La muestra de roca fue cortada después con sierra de diamantes, pegada con epóxico a un portaobjeto microscópico y llevados mediante lijados sucesivos a un espesor de 30 micras; la superficie final se pulió con abrasivo alfa alumina y se montó con un cubreobjeto N° 1.

La mineralogía fue estimada en sus porcentajes mediante el conteo de por lo menos 500 puntos, ubicados en 5 diferentes transversas de la lámina.

El tamaño de grano se determinó mediante la medición de la elongación mayor de los granos de monominerales de cuarzo.

Todos los resultados de los análisis y fotografía de las muestras se encuentran en el Anexo C.

A continuación se describen las características petrográficas de las rocas más comunes de la Fm. Angostura, distinguiéndose los siguientes tipos de areniscas: Areniscas y lumaquelas.

3.1.1. Areniscas.

Utilizando como base para la clasificación de las areniscas el porcentaje de cuarzo, feldespatos y fragmentos de rocas del cuadro de Williams, Turner y Gilbert (1968), y considerando el porcentaje y la naturaleza de

la matriz, se puede agrupar a las muestras analizadas de manera general, dentro de las areniscas impuras o wackas (Fig. 9).

Las wackas son sedimentos materialmente vaciados a la cuenca de depósito a un ritmo tan rápido que no ofrece oportunidad de que haya una selección apreciable, o que después de la depositación haya un retrabajo de corrientes.

En la Fm. Angostura se pueden distinguir los siguientes subtipos de areniscas impuras: cuarzo wacka, wacka feldespática y wacka lítica subfeldespática.

En la cuarzo wacka, los granos son principalmente cuarzo y chert, con feldespatos y fragmentos de rocas que ocupan menos del 10.

La wacka lítica subfeldespática, es aquella que contiene más fragmentos de roca que feldespatos; mientras que en la wacka feldespática el porcentaje de feldespatos encontrado dentro de sus componentes ocupa de 10% a 25%.

Los feldespatos encontrados, son del tipo de la Labradorita observándose muy pocos en buen estado (fotografía. 3), pues la mayoría de ellos se encuentran corroídos por la calcita (fotografía. 4).

El cemento es principalmente de tipo micrítico (fotografía. 5), pudiéndose observar también heulandita-calcita como cementación tardía debido a procesos diagenéticos de interperismo que llevó a la destrucción de un grano mineral (fotografía 6), y completando el conjunto se encuentra la glauconita como mineral autigénico (fotografía 7).

La matriz de la muestra es de tipo arcillosa y los fragmentos de roca, en gran porcentaje son granos de rocas ígneas y de chert (fotografía 8).

La presencia de un alto porcentaje de matriz en algunas muestras, indica que los sedimentos fueron depositados de una manera muy rápida, no dando lugar a una buena clasificación.

3.1.2. Lumaquelas.

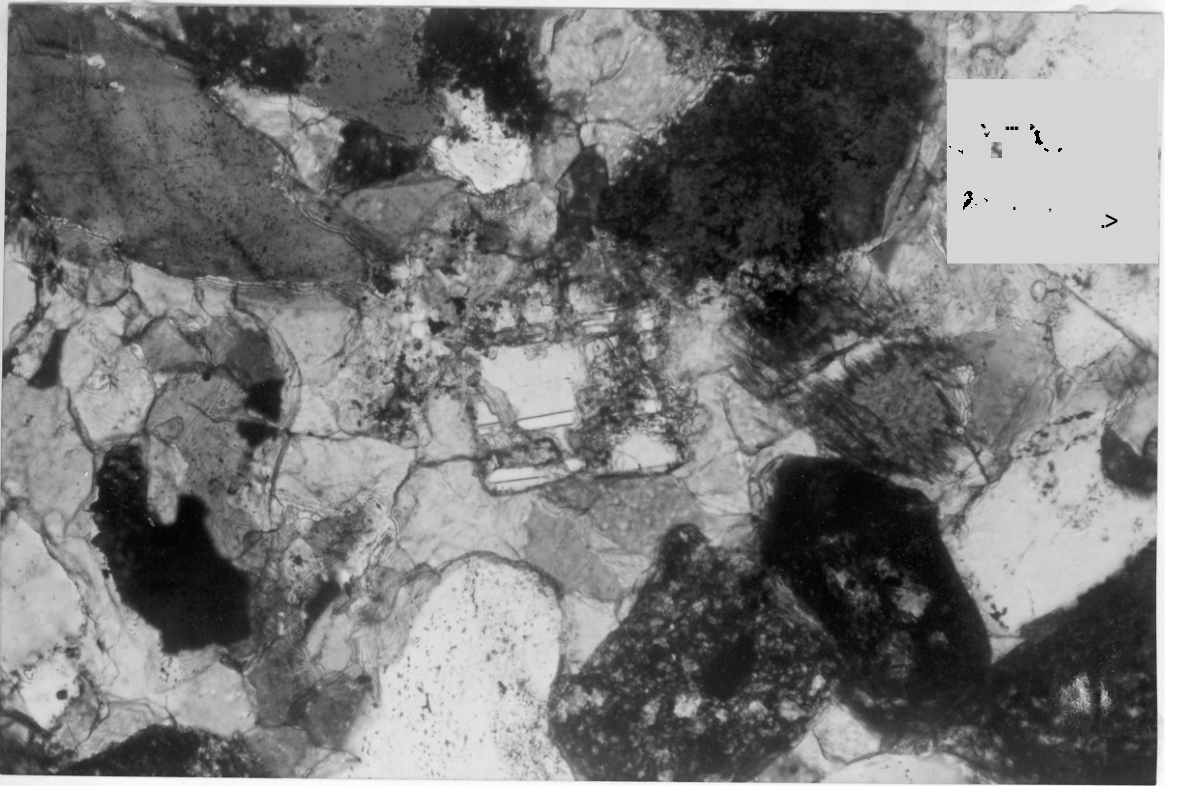
Corresponde al grupo de las calizas bioclásticas, están compuestas en la Fm. Angostura, mayormente de conchas de moluscos, las cuales se encuentran poco fragmentadas; completando el conjunto con terrígenos, entre los que se observan principalmente los granos de cuarzo y los fragmentos de roca volcánica, de hasta 2 mm, bien cementados por la calcita y la glauconita.

Mediante observación microscópica, se pudo determinar un cemento de

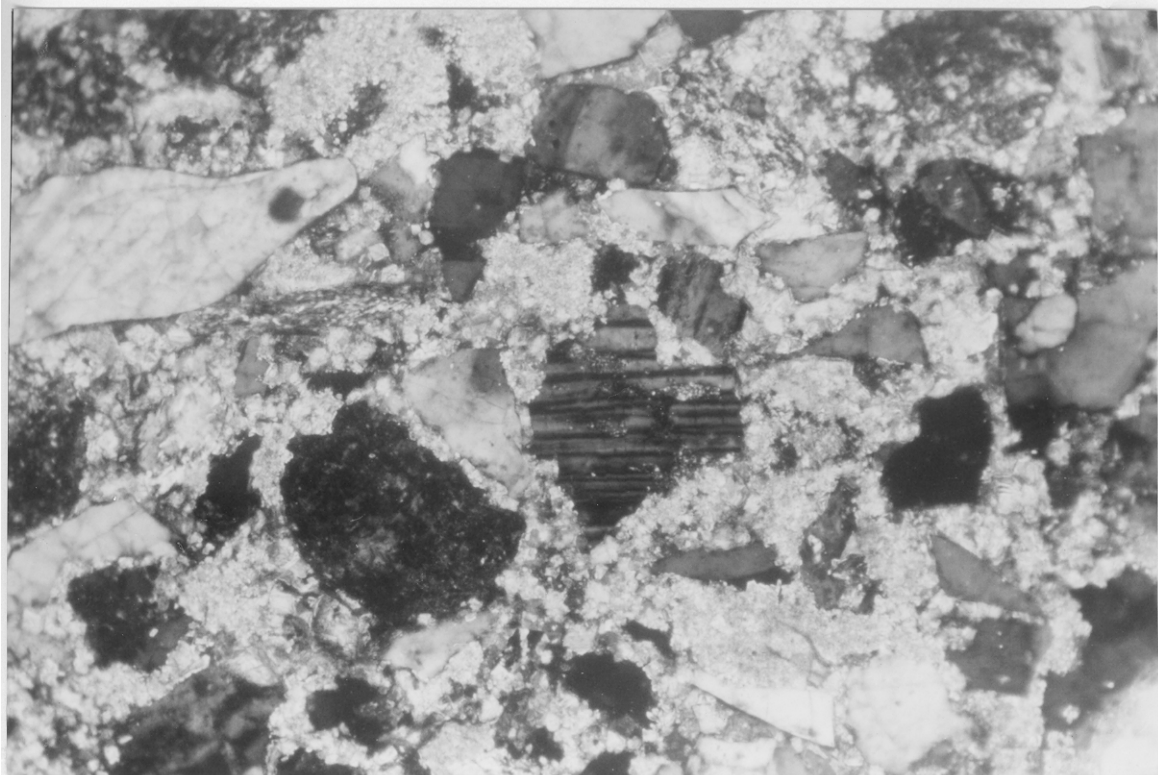


Fotografía N° 3. Lamina delgada, muestra ANG 1. Aumento 100X. Nícoles cruzados.
Grano de Labradorita bien conservado. Fm. Angostura, Río Cascol

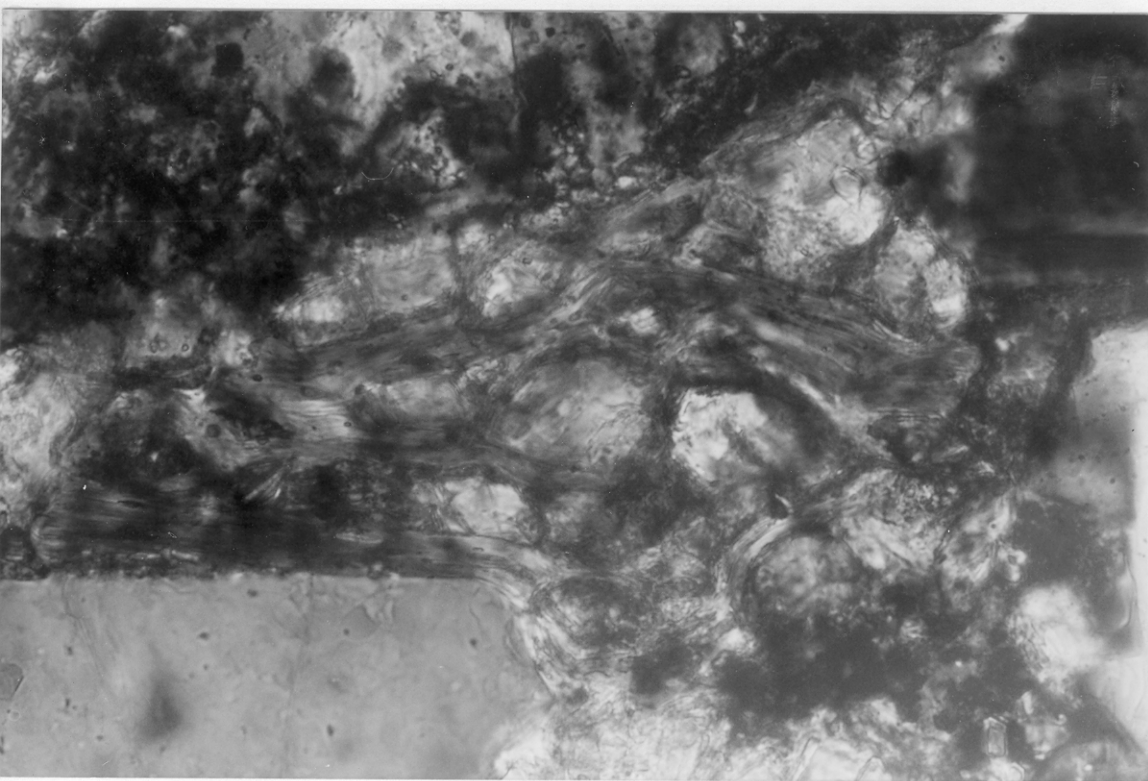




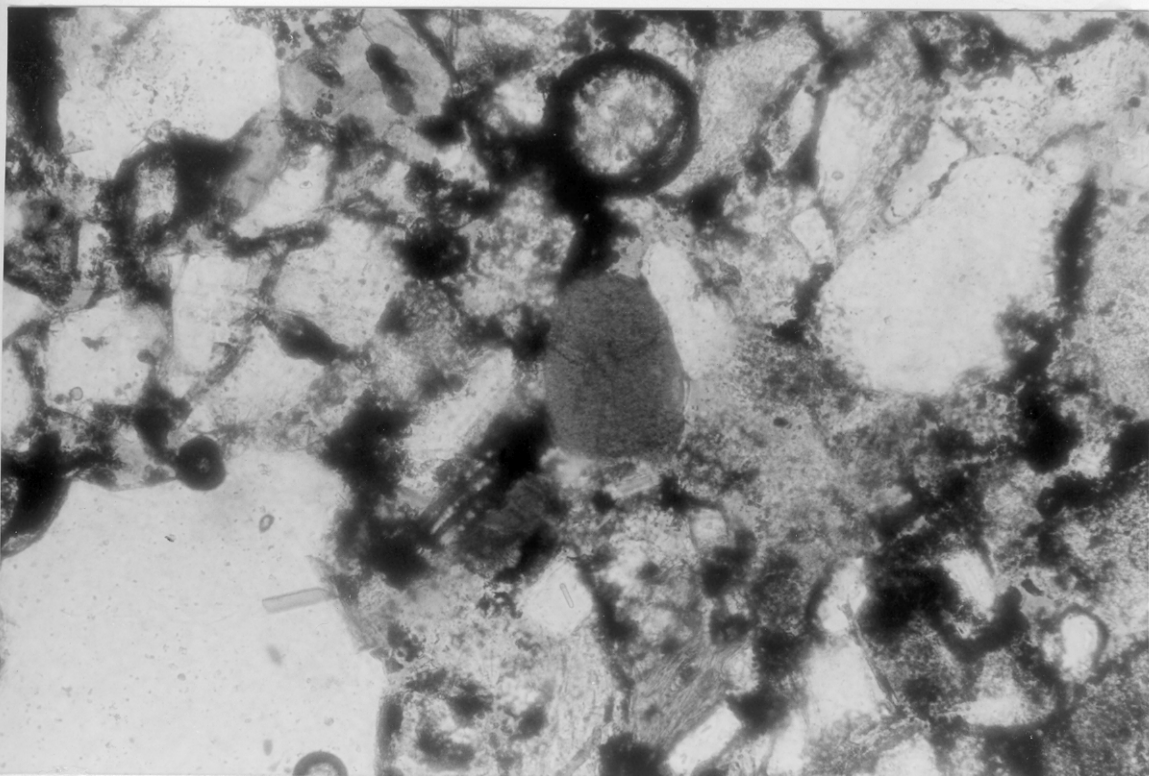
Fotografía N° 4. Lámina delgada, muestra ANG. 2. Aumento 100X. Nícoles cruzados. Grano de feldespato muy corroído por calcita; presentes en altos porcentajes en la muestra. Fm. Angostura, Río Cascol.



Fotografía N° 5. Lámina delgada, muestra M7. Aumento 100X. Nícoles cruzados. Observe el cemento de tipo micrítico depositado entre los poros de las roca, corroyendo los granos de cuarzo y feldespato. Fm. Angostura, Cerro La Mona.



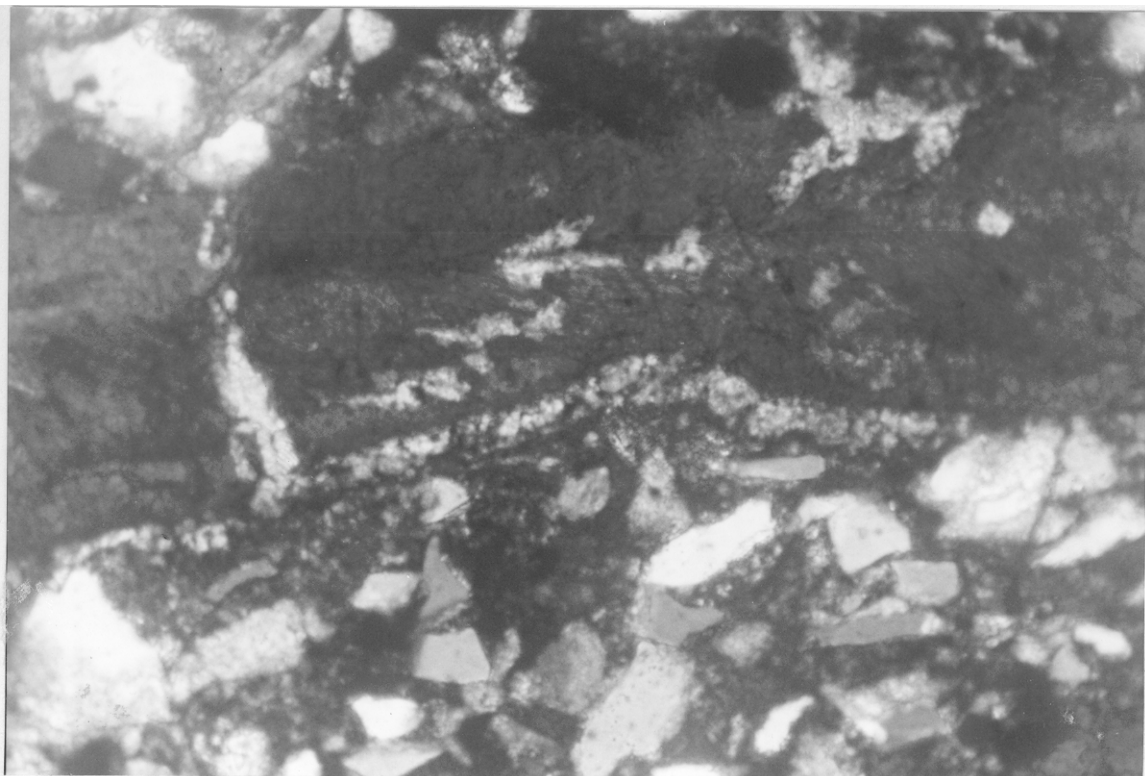
Fotografía N° 6. Lámina delgada, muestra M7. Aumento 100X. Nícoles cruzados.
Relación Eulandita-Calcita, como cementación tardía producida por un proceso
diagenético de interperismo que lleva a la destrucción de un grano mineral. Fm.
Angostura, Cerro La Mona.



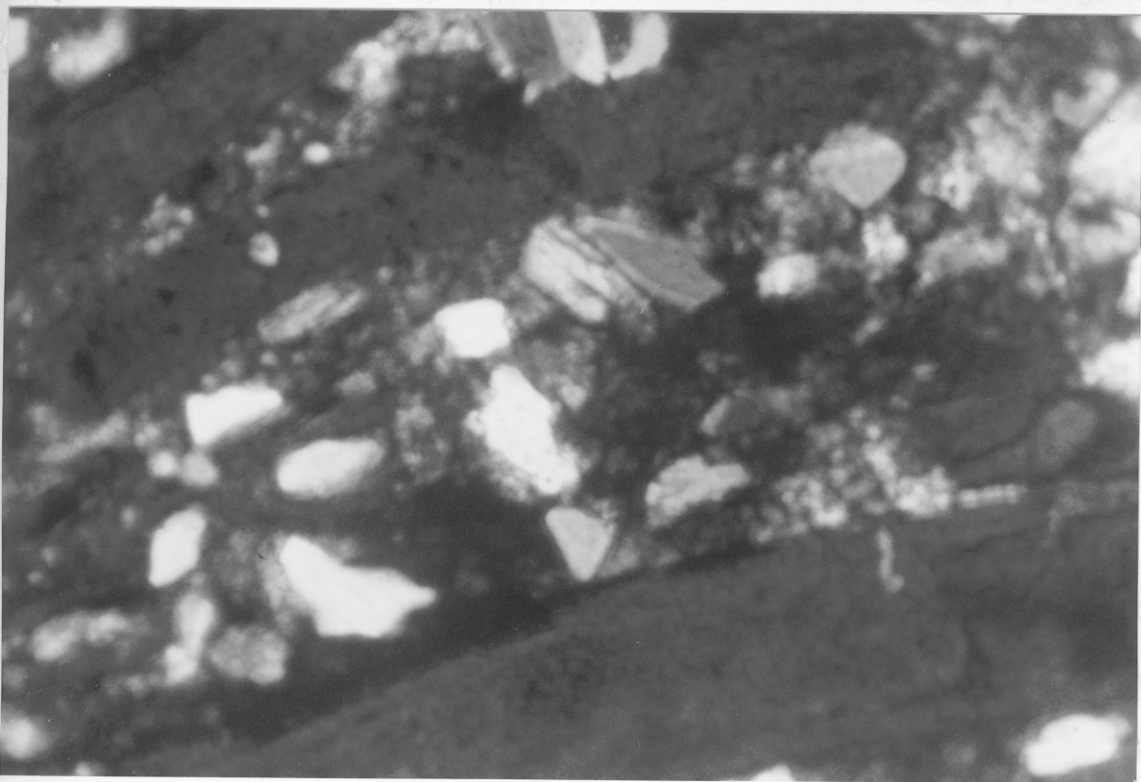
Fotografía N° 7. Lámina delgada, muestra M7. Aumento 64X. Nícoles cruzados.
Grano de Glauconita, mineral autigénico, presente como cemento en las rocas. Fm.
Angostura Cerro La Mona.



Fotografía N° 8. Lámina delgada. Muestra C1. Aumento 100X. Nícoles cruzados. Fragmentos de rocas, presentes en altos porcentajes en los sedimentos. Fm. Angostura, Río Cascol.



Fotografía N° 9. Lámina delgada, muestra LUQ1. Aumento 100X. Nicoles paralelos.
Fragmentos de conchas de moluscos compuestos por calcita y aragonita. Fm.
Angostura, Río Cascol.



Fotografía N° 10. Lámina delgada, muestra LUQ1. Aumento 100X. Nícoles cruzados. Componentes terrígenos depositados entre los fragmentos de conchas. Frn. Angostura, Río Cascol.

tipo micrítico, químicamente precipitado entre **los** poros de los fragmentos de conchas.

Los fragmentos de conchas observados en la lámina, son subangulosos de hasta 5 mm de espesor, y están formadas de calcita y aragonita (fotografía 9), observándose la aragonita muy **corroída** por la calcita.

Los fragmentos de rocas y el resto de terrígenos ocupa un 5% a 10% del total de la muestra, predominando los fragmentos de roca y los granos de cuarzo (fotografía 10).

3.2 ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

Las estructuras sedimentarias encontradas en **los** afloramientos objetos de este estudio, corresponden en su mayoría a estructuras de ordenamiento interno formados a partir de depósitos realizados por flujos de sedimentos por régimen hidráulico, representadas por: laminación horizontal, estratificación cruzada concava, estratificación alternante, estratificación flaser y estratificación lenticular. También se encuentran estructuras diagenéticas de tipo concrecional.

3.2.1. Laminación horizontal.

Se caracteriza por presentar las láminas paralelas a las superficies de

estratificación y asimismo paralelas entre si (**Fig. 10**). La laminación es producida por un cambio brusco en la granulometría que es grano decreciente en cada lámina individual.

Este tipo de laminación es abundante en playas y en otras áreas expuestas a la acción de las olas. Reineck (**1963**) asumió que esta laminación se debe al avance y retroceso de las olas; el avance trae consigo una carga de arena que es depositada con gradación inversa por la resaca (Reineck y Singh, **1980**).

Se produce en materiales arenosos de grano medio a fino y en un sentido general, se puede afirmar que se origina en ambientes de régimen hidráulico elevado.

La laminación horizontal predomina en la base de la Fm. Angostura en el corte del Cèrro La Mona y se presenta en areniscas medias a finas preferencialmente en el contacto con la infrayacente Fm. Tosagua (fotografía 11).

3.2.2 Estratificación cruzada.

Tal como se expresa en el libro de Estratigrafía de Corrales et al (**1977**), es difícil dar una definición de la estratificación cruzada. Sin embargo, se

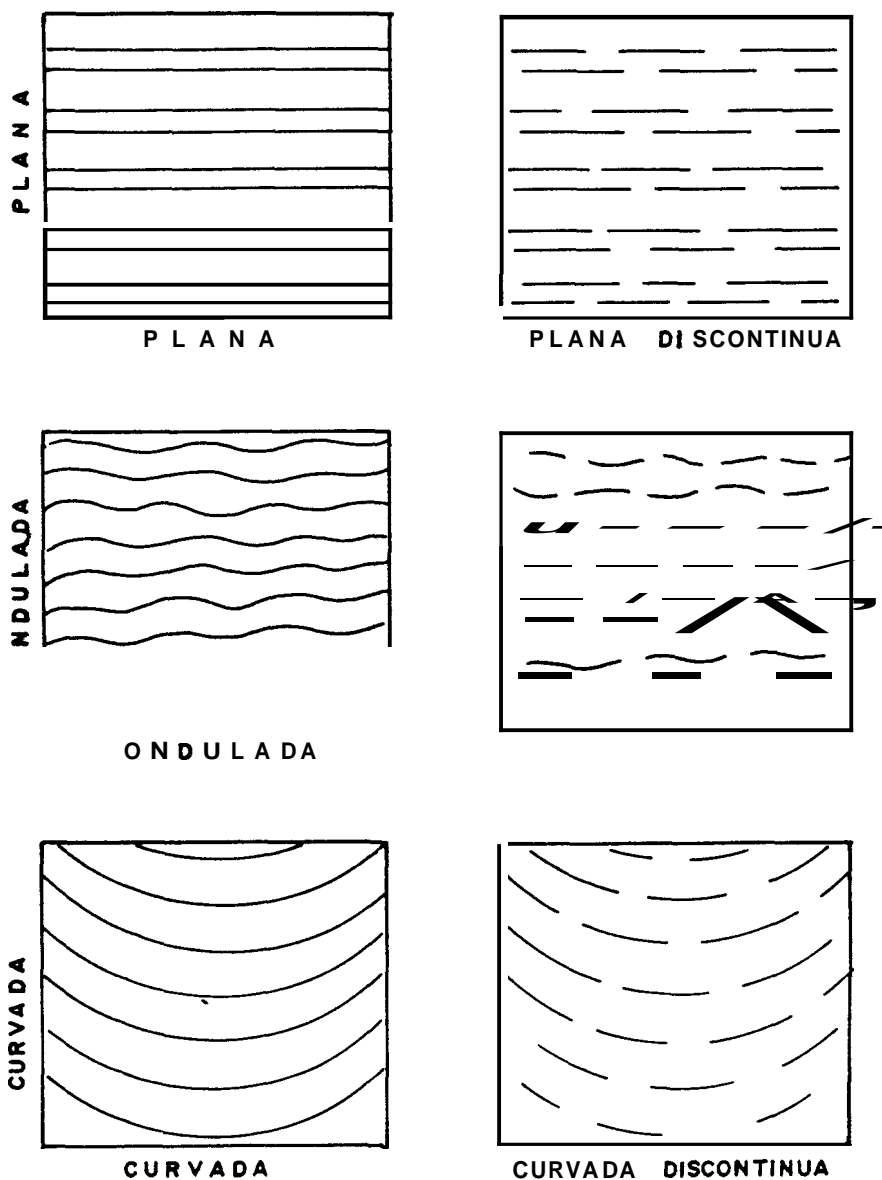


FIG. 10. — DIAGRAMA MOSTRANDO LAS DIFERENTES FORMAS QUE PUEDEN SER ADQUIRIDAS POR ESTRATIFICACION Y LAMINACION PARALELA.
 (Tomada de Campbell 1.967)

dice que la estratificación cruzada esta constituida por un conjunto de estratos que muestran láminas inclinadas con respecto a las superficies de estratificación individuales, que son siempre erosionales.

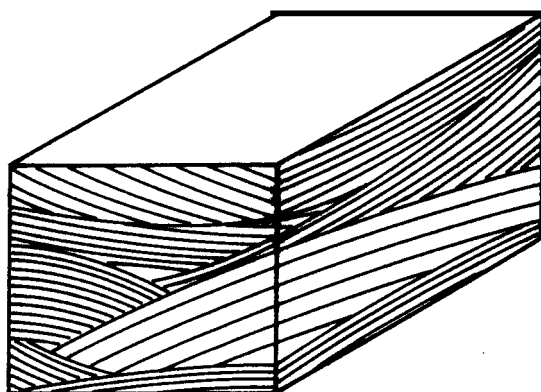
Según sea la forma de las láminas y de las superficies limitantes de **los** conjuntos de láminas (Superficies de estratificación) pueden diferenciarse varios tipos de estratificación cruzada (Fig. 11).

La formación de estos tipos de estratificación depende de tres variables:

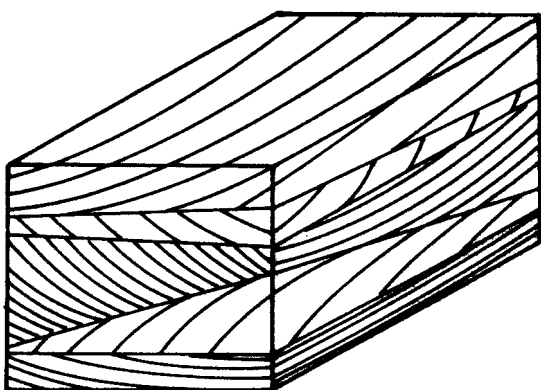
1. Velocidad y esfuerzo a **los** que estan sometidos las capas.
2. Razón de la profundidad de flujo vs. **la** profundidad de la cuenca de sedimentación (razon de profundidad).
3. Tipo de sedimento.

El espesor de la estratificación cruzada puede variar desde unos pocos milímetros hasta decenas de metros.

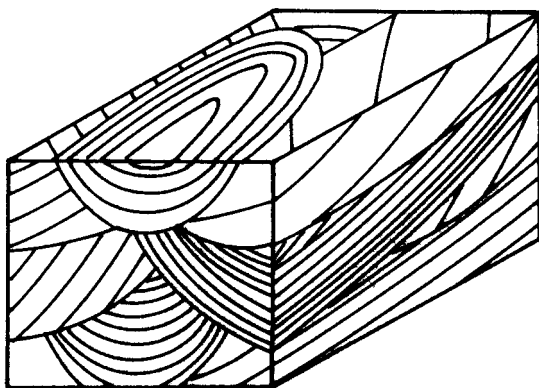
A continuación se describe el tipo de estratificación cruzada que se encuentra en la zona de estudio:



a.) ESTRATIFICACION
CRUZADA SIMPLE



b.) ESTRATIFICACION
CRUZADA PLANAR



c.) ESTRATIFICACION
CRUZADA CONCAVA

FIG. 11.- DIFERENTES TIPOS DE ESTRATIFICACION CRUZADA
(Tomada de KRUBEIN Y SLDSS, 1963)

3.2.3. Estratificación cruzada concava

En este tipo de estratificación las superficies que limitan los co
láminas en forma de cubeta, son curvas (Fig. 11c). El c



3.2.4. Estratificación sinuosa

Fotografía N° 11. Laminación horizontal, estructura típica en la base de la Formación Angostura. Cerro La Mona.

3.2.3. Estratificación cruzada concava.

En este tipo de estratificación las superficies que limitan los conjuntos de láminas en forma de cubeta, son curvas (Fig. 11c). El conjunto de estratos dan el aspecto de festones por lo que a este tipo de estratificación se la conoce también como estratificación festoneada.

Se produce debido a la migración de ripples o dunas con formas onduladas o linguoides en un régimen hidráulico bajo, pero comparativamente más alto que el de tipo planar.

La estratificación cruzada concava se observa predominantemente en el Corte del Rio Cascol, es decir cerca del contacto con la suprayacente Fm. Onzole, en las facies de areniscas especialmente bien cementadas (fotografía 12).

3.2.4. Estratificación alternante.

La estratificación alternante consiste de estratos horizontales y paralelos aunque ligeramente ondulados de capas intercaladas de areniscas y arcillolitas. Se producen específicamente en la plataforma interna, por cambios climáticos temporales los cuales producen una variación en el tipo de sedimentos aportados a la plataforma.

En el Río Cascol, esta constituida por estratos de arcilolitas y limolitas mas o menos consolidadas con un espesor variable entre 0.1 a 2.5 cm; en cambio, los estratos de areniscas son mas potentes, encontrándose estratos de hasta 40 cm de espesor. (fotografía 13).



tipo de flaser, dependerá en gran manera de la cantidad de arcilla, si es pequeña al sedimentarse se acumulará en las valles. (Fig. 12). Si la proporción de arcilla superior se formará capas continuas de arcilla es superior se formarán capas también continuas de arenas con laminación cruzada debido a ripples.

Fotografía N° 12. Estratificación cruzada concava, estructura sedimentaria predominante en las areniscas de la Formación Angostura. Río Cascol.

Este tipo de estratificación se la puede observar predominantemente

En el Río Cascol, esta contituída por estratos de arcillolitas y limolitas mas o menos consolidadas con un espesor variable entre **0.1** a **2.5** cm; en cambio, los estratos de areniscas son mas potentes, encontrándose estratos de hasta 40 cm de espesor (fotografía **13**).

3.2.5. Estratificación flaser.

La estratificación flaser se produce o tiene lugar en áreas donde existe una sedimentación de tipo ripple alternándose períodos de corriente con otros de quietud.

Si se parte de la base que en el agua se tiene arena y arcilla, arena puede formar los ripples mientras la arcilla permanece en suspensión, depositándose en el momento en que calma la corriente.

Existe varios tipos de estratificación flaser, y el que aparezca uno u otro tipo de flaser, dependerá en gran manera de la cantidad de arcilla, si es pequeña, al sedimentarse se acumulará en los valles (Fig. **12**). Si la proporción de arcilla es superior se formará capas contínuas de arcilla es superior se formarán capas también contínuas de arenas con laminación cruzada debido a ripples.

Este tipo de estratificación se la puede observar predominantemente en

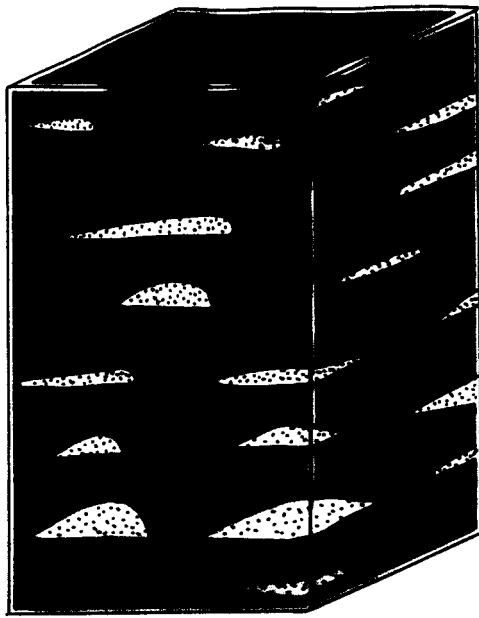


FIG. 13 - ESTRATIFICACION LENTICULAR

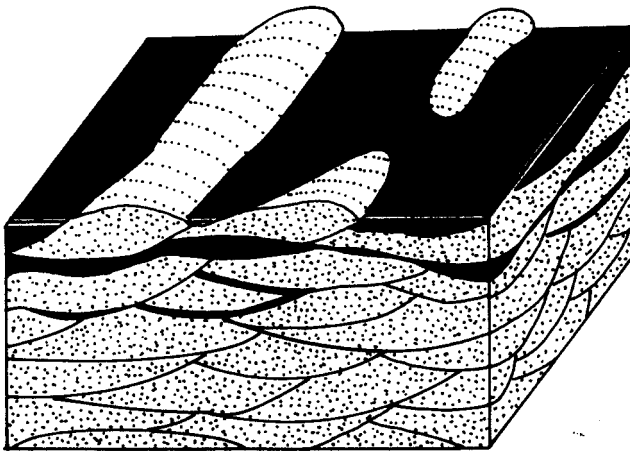


FIG. 12 - ESTRATIFICACION FLASHER

el corte del Cerro La Mona, en paquetes que varían en espesor de 30 cm a 50 cm., alternantes con bancos de areniscas que alcanzan de 1 a 5 mts. (fotografía 14).

3.2.6. Estratificación lenticular.

Esta estratificación se dá lugar si sobre un fondo arcilloso se produce un aporte de arena deficitario, como para formar una capa continua, ésta es trabajada por las corrientes o por las olas, y se formarán ripples aislados.

Las crestas estarán construídas por la arena y en los valles estarán aflorando la arcilla de un aporte anterior, esta puede cubrirse y fosilizarse con un aporte posterior, si se repite varias veces se tendrá una típica estratificación lenticular. (Fig. 13).

3.2.7. Estructuras Diagenéticas.

Este tipo de estructuras se forman en la etapa en que el sedimento se transforma en roca y reciben también el nombre de estructuras secundarias, debido a su origen postdeposicional.

Se puede encontrar tanto en la superficie como en el interior de los estratos y se originan como consecuencia de procesos químicos, pudiendo

dividirse en estructuras de precipitación y disolución.

Dentro de la Fm. Angostura, las estructuras diagenéticas que predominan son las concreciones s.s. Este tipo de estructura se forman preferentemente en sedimentos detríticos porosos y se producen por una precipitación alrededor del núcleo, de una sustancia mineral que en la mayoría de las veces se encuentra como cemento en la roca huesped.

Por lo general son esféricas, subesféricas o discoidales, aunque pueden aparecer formas irregulares, que a veces son debidas a la unión de dos o mas concreciones o a la forma del núcleo sobre el cual crecen.

En la Fm. Angostura se encuentran aflorando en **los** estratos de areniscas y son de mediana y gran dimensión (fotografía 15), con el eje mayor paralelo a la estratificación y constituídos por el mismo material que el estrato en que se encuentran.

El cemento de las concreciones observado en una lámina delgada muestra una naturaleza muy fina de tipo micrítico.

3.3 COLUMNA SEDIMENTARIA.

Los afloramientos de la Formación Angostura, localizados en las zonas del Cerro



Fotografía N° 13. Estratificación alternante de estratos de areniscas con limolitas.
Formación Angostura. Río Cascol.





Fotografía N° 14. Estratos de areniscas con estratificación flaser (es), en la base de la Formación Angostura. Cerro La Mona.



Fotografía N° 15. Concreción calcárea, formada en los estratos de areniscas, con el eje mayor paralelo a la estratificación . Formación Angostura. Cerro La Mona.

La Mona (Coord. $80^{\circ}33'17''$ W - $01^{\circ}21'43''$ S / $80^{\circ}33'21''$ W - $01^{\circ}21'47''$ S) y el Rio Cascol (Coord. $80^{\circ}27'17''$ W - $01^{\circ}39'5''$ S / $80^{\circ}27'32''$ W - $01^{\circ}40'7''$ S) sirvieron como base para la realización de dos columnas estratigráficas de la unidad investigadas.

El motivo por el cual se realizaron dos columnas en distintos sectores, fue para de esta forma tomar el contacto de la base y el tope de la Formación, y poder estudiar el comportamiento deposicional de estas zonas.

La figura **14** (ver sobre de mapas), representa la columna estratigráfica de **25** metros de espesor, correspondiente al Cerro La Mona, y esta conformado por un contacto basal de tipo erosivo con el Miembro Villingota de la Fm. Tosagua (fotografía **16**), lográndose encontrar dentro de los estratos inferiores de areniscas de la Fm. Angostura, clastos blandos de lutitas color crema (fotografía **17**), pertenecientes al Miembro Villingota.

En los siguientes metros de la serie estratigráfica representada, se observan alternancias de estratos de areniscas de grano fino color amarillento muy deleznales, intercaladas de delgados estratos de lutitas.

El espesor de las areniscas varia de **0.20**mts a **11** mtrs. hacia el tope de la serie, presentan laminación horizontal y grandes concreciones calcáreas.

Los estratos de lutitas presentan estratificación flaser y como ya se anotó en el Capítulo I, son azoicas en su totalidad.

Las capas de esta zona presentan, en general, un rumbo N 30' E y un buzamiento de 12' hacia el **SE**.

La segunda columna estratigráfica mostrada en la figura 15 (ver sobre de mapas), realizada en el Río Cascol, tiene 65 mts. de espesor y empieza por la aparición de estratos de areniscas de grano medio de color gris oscuro, intercaladas con areniscas de grano fino y arcillolitas, pudiéndose observar una sección de 3.5 mts con alternancia de estratos de arenisca de grano medio y arcillolita (fotografía 18).

Los siguientes metros, se observa depositación de estratos de areniscas grises oscuras de grano medio y amarillentas de grano fino intercaladas con lumaquelas y esporádicos estratos de lutitas.

Los espesores de areniscas varían desde 0.50 hasta 4 mts.; mientras que los de las lumaquelas varían desde 0.20 hasta 1.50 mts. y los de lutitas varían en su mayoría alrededor de los 0.10 mts.

Dentro de los estratos de areniscas se observa como estructura sedimentaria común la estratificación cruzada concava, la cual se encuentra formada en las

arenas de grano medio a grueso y bien cementadas, apareciendo **despues** de una superficie de erosión o un cambio en la textura (fotografía 19).

Como ya se anotó en el Capitulo I los estratos, en esta zona, poseen abundantes microfósiles y pocos microfósiles.

En el tope de la serie estratigráfica representada, se observa el contacto con la suprayacente Fm. Onzole con la aparición de las típicas lutitas gris azuladas que muestran esporádicos lentes de areniscas finas, correspondiente a un contacto de tipo transicional.

Los estratos de esta zona presentan, en promedio, un rumbo predominante N 30' W y un buzamiento de 15° NE.

Para completar la información estratigráfica detallada proporcionada por las dos columnas, se puede decir que se observa de manera general, potentes afloramientos de areniscas de grano grueso color gris oscuro, intercaladas con areniscas de grano fino y areniscas limosas con escasos restos de macrofauna, las cuales se presentan en secuencias de 2 a 5 mts. de espesor. Las estructuras sedimentarias predominantes en esta zona son la estratificación cruzada **concava**.

3.4. AMBIENTES DE DEPOSITACION.

En base a la información analizada dentro de este Capítulo, el ambiente sedimentario de la Fm. Angostura en la zona de estudio corresponde a una plataforma marina somera que evoluciona desde facies de arenas intramareales, en la base, hasta facies de arenas de plataforma, en el tope (Fig. 16).

3.4.1. Facies de Arenas Intramareales.

La base de la Formación Angostura correspondiente a la columna estratigráfica levantada en el Cerro La Mona, presenta estratificación flaser y laminación horizontal, estructuras sedimentarias típicas de las zonas intramareales, donde el medio cambiante produce alternancia de etapas de baja energía con etapas de alta energía.

Este tipo de facies son modeladas principalmente por las olas, aunque también juega un papel muy importante el tamaño de las partículas sedimentarias y la amplitud de las mareas.

3.4.2. Facies de Arenas de Plataforma.

Este tipo de facies predomina especialmente en la parte interna de la plataforma y en la columna estratigráfica levantada en el Río Cascol, se las puede dividir en dos subfacies: terrígena y calcarenítica.

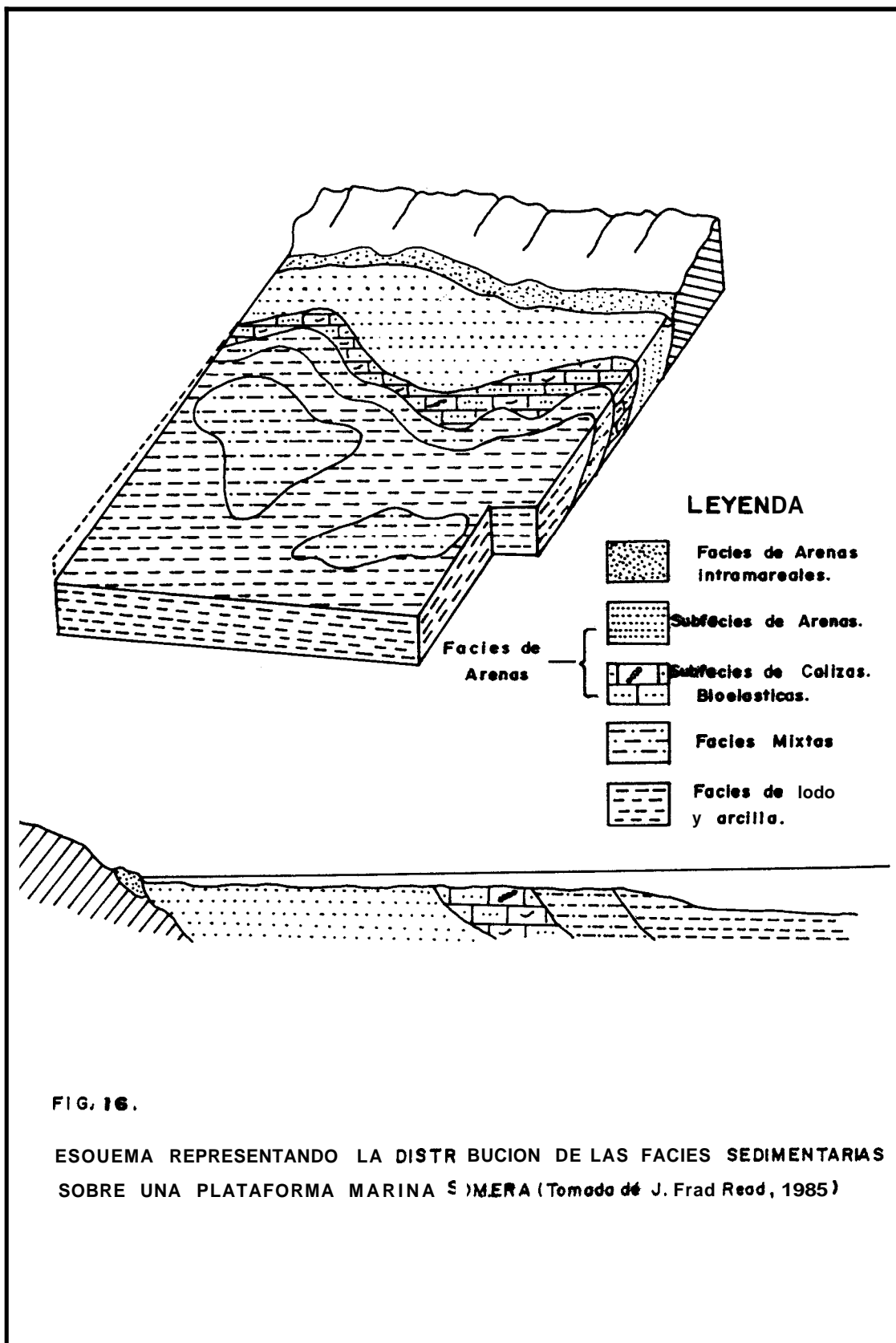


FIG. 16.

ESQUEMA REPRESENTANDO LA DISTRIBUCION DE LAS FACIES SEDIMENTARIAS SOBRE UNA PLATAFORMA MARINA SIMPLIFICADA (Tomado de J. Fred Read, 1985)

Las secuencias de areniscas grises oscuras de grano fino y medio intercaladas con areniscas de grano grueso, observadas al inicio de la columna y en el carretero Cascol-Jipijapa, representan la subfacie terrígena, en donde las estructuras sedimentarias predominantes **son la** estratificación cruzada concava y la estratificación alternante.

La estratificación alternante indica una continua variación en el régimen de flujo, producida por un cambio climático temporal entre épocas de calma y eventuales tormentas.

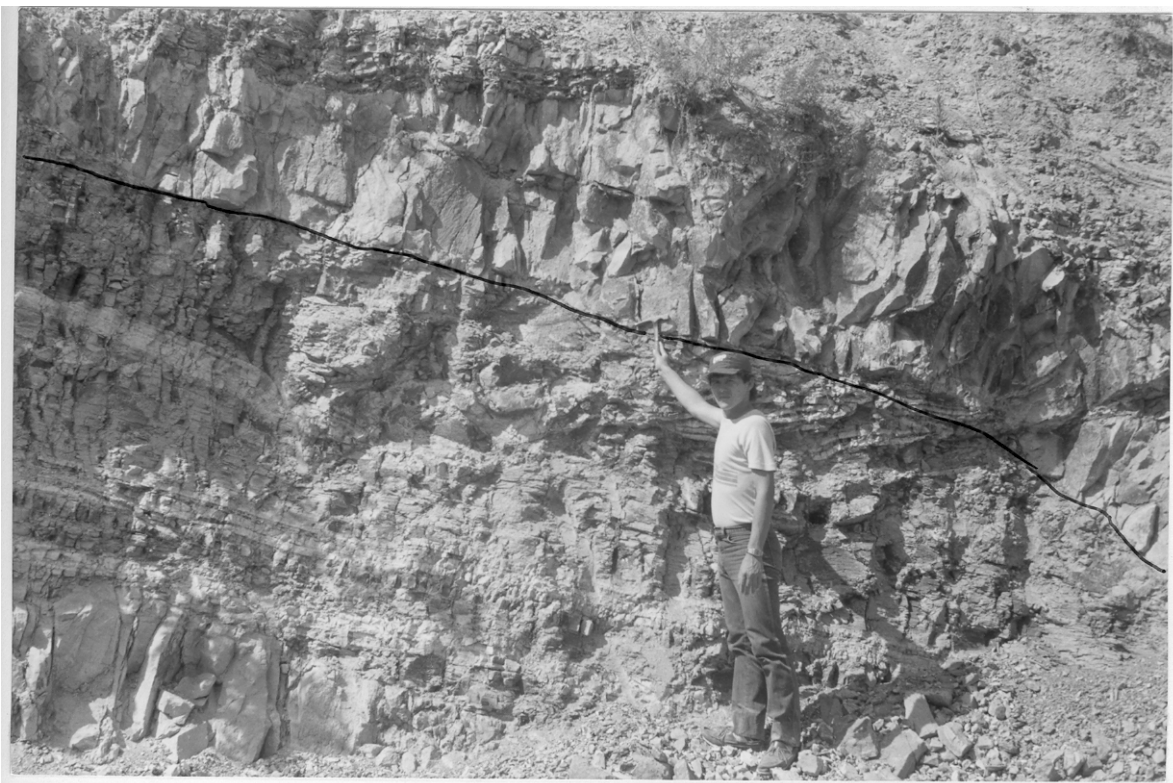
Este tipo de estructuras es típica de la subfacie terrígena de arena dominante, señalada por Boersma (1975); mientras que la estratificación cruzada concava, se la puede observar en distintos ambientes.

Los estratos de areniscas amarillentas deleznales de grano fino, intercaladas con areniscas grises oscuras de grano grueso y potentes estratos de lumaquelas, observados en el tope de la columna representan la subfacie calcarenítica.

Las lumaquelas se encuentran conformadas a manera de cinturones alternantes paralelos a la antigua línea de costa y están compuestos por conchas de organismos relativamente bien conservados (fotografía 20), muchas de las cuales fueron arrastradas por corta distancia hasta esta

zona y depositadas.

Al tope de la columna, el contacto con la Fm. Onzole, está señalado por un cambio paulatino en la textura de los sedimentos, tornándose de areniscas de grano fino a lutitas con lentes de areniscas, lo cual indica una disminución en el régimen de flujo.



Fotografía N° 16. Contacto de tipo erosivo entre la Formación Angostura y el Miembro Villingota de la Formación Tosagua. Cerro La Mona. Formación angostura Cerro La



Fotografía N° 17. Clasto blandos (C), pertenecientes al Miembro Villingota, erosionados y luego depositados en las areniscas de la Formación angostura. Cerro La Mona.



Fotografía N° 18. Estratificación alternante de estratos de areniscas de grano medio y arcillolitas. Formación Angostura. Río Cascol.



Fotografía N° 19. Estratificación cruzada concava, aflorante en el Río Cascol. Observe que aparecen después de un cambio litológico y con superficie de erosión.



Fotografía N° 20. Restos de conchas de moluscos depositados en grandes estratos en el tope de la Formación Angostura. Río cascol.

CAPITULO IV

MARCO PALEOGEOGRAFICO

Los afloramientos de la Fm. Angostura, localizados entre el Cerro La Mona y el Río Cascol, corresponden a depósitos de plataforma desde la zona intramareal hasta profundidades de 20 a 100 mts, con una edad probable entre la parte superior del Mioceno inferior y la parte media del Mioceno medio, según los datos de Micropaleontología del tope de estos afloramientos (Capítulo I). Si se establece correlación con un estudio realizado por Sigal (1972), en el Río Banchal (que forma parte de estos afloramientos), los depósitos se los debería datar como pertenecientes a la base del Mioceno medio, al menos en esta área; criterio que coincide con la edad de Bristow (1976), le asigna a la Fm. Angostura en la zona Sur.

Los depósitos de plataforma marina somera de la Fm. Angostura en el área de estudio, forman parte de la Cuenca de Manabí y son de carácter transgresivo, tal como se lo comprueba en el contacto con la infrayacente unidad Villingota (fotografías 16,171 y están representados en la base, por areniscas medias depositadas en un subambiente intramareal que cambian hacia la parte media a areniscas finas y medias de subfacies

terrígenas de subambiente de plataforma "sensu stricto", las cuales terminan por alternarse con lumaquelas, en el tope, que representan una evolución hacia las subfacies calcareníticas de plataforma.

Con toda seguridad, la gran transgresión del Mioceno medio reconocido como un cambio eustático a escala mundial (Fig. 17), fué la causa de la depositación de los sedimentos de la Fm. Angostura tanto en la Cuenca Manabí como en la Cuenca Esmeraldas; mientras que hacia el Sur en la denominada Cuenca Progreso, al mismo tiempo, se depositaba la serie sedimentaria de carácter limolítico correspondiente a la Fm. Subibaja, según la edad atribuída a estos sedimentos por Ordoñez et al (1986).

Según los datos petrográficos, la fuente de los sedimentos de Angostura en la Cuenca Manabí es la Cordillera de los Andes, tal como lo representa Kennerley en su trabajo "outline of the Geology of Ecuador" de 1980 (Fig. 18), pero es posible que también en cierta manera haya contribuído como fuente de sedimentos la Cordillera Chongón Colonche; en todo caso, no existen datos de paleocorrientes como para poder comprobar, una u otra hipótesis.

Finalmente, el contacto de la Fm. Angostura con la Fm. Onzole parece indicar que el efecto transgresivo de los sedimentos se continuó hasta los sedimentos de Onzole que podrían interpretarse como depósitos distales de plataforma, correspondientes a las facies de lodos y arcillas, al menos en la Cuenca Manabí.

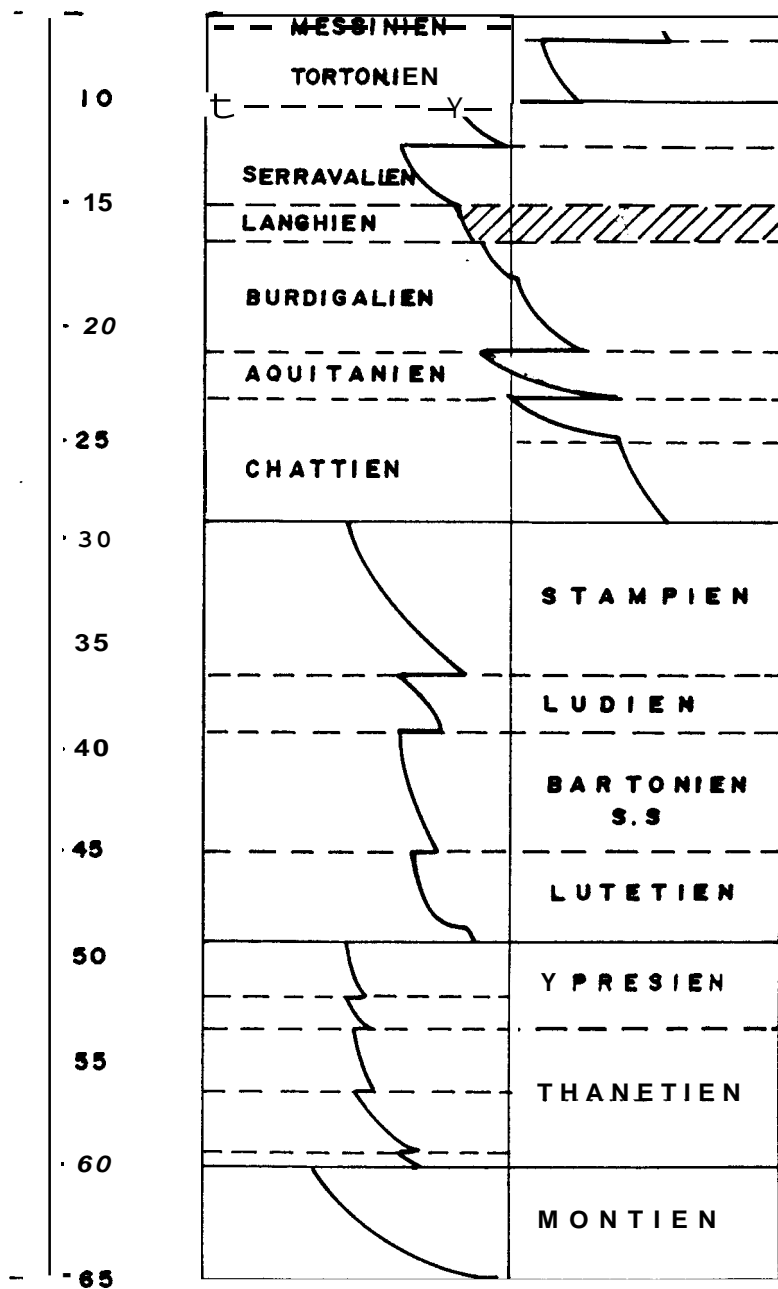
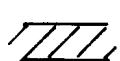
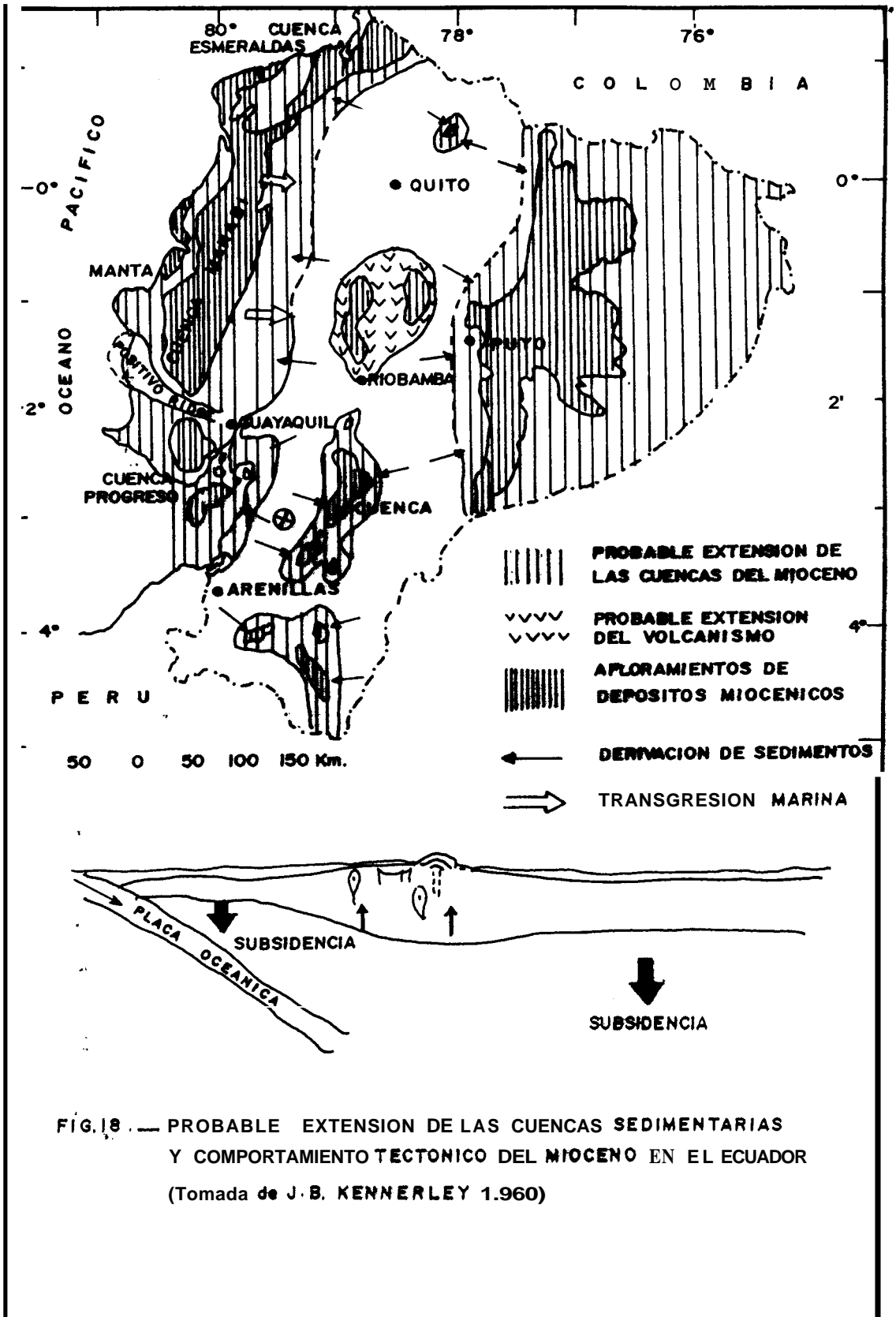


FIG. 17.— VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR DEL POLEOCENO AL MIOCENO (tomado de CH.Pomerol, 1982)



EPOCA PROBABLE DE DEPOSITACION DE LA Fm. ANGOSTURA EN EL AREA DE ESTUDIO.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio realizado permite establecer las siguientes conclusiones:

1. El tope de la Fm. Angostura, correspondientes a los afloramientos del Río Cascol, tiene una edad probable entre la parte superior del Mioceno inferior y la parte media del Mioceno medio, de acuerdo a la microfauna encontrada. En cambio, la base de la Formación ubicada en el Cerro La Mona, no pudo ser datada debido a que se representa completamente azoica.
2. En base al análisis de la población de foraminíferos bentónicos y moluscos, se determina que los sedimentos terminales de Angostura en el Río Cascol, se depositaron en aguas someras y cálidas con un rango de profundidad de 20 a 100 mts. Este análisis no se pudo aplicar a la base de la Formación debido a la esterilidad biótica que presenta.
3. Las rocas presentes en el área están constituidas por areniscas de grano fino a grueso, arcillolitas y lumaquelas.

Las areniscas se pueden clasificar como wackas o areniscas impuras, que contienen un alto porcentaje de matriz arcillosa y granos relativamente muy corroídos por el cemento cálcico. Los detritos componentes de estas rocas indican una derivación de rocas ígneas básicas del tipo de los basaltos, señalados en los sedimentos especialmente por la presencia de Labradorita, feldespatos típicos de este tipo de rocas.

Los moluscos que componen las lumaquelas, se encuentran relativamente bien conservados lo cual indica el poco transporte al que fueron sometidos.

4. El ambiente sedimentario de la Fm. Angostura, en el área de estudio, corresponden a una plataforma marina que evoluciona desde facies de arenas intramareales, en la base, hasta facies de arenas de plataforma, en el tope. Estas últimas representan las subfacies terrígena y calcarenítica respectivamente.
5. El contacto inferior de Angostura con Villingota es de tipo erosivo, lo cual evidencia el carácter transgresivo de la Fm. Angostura, tendencia que se continúa hasta el tope, donde el contacto con los sedimentos de Onzole es de carácter transicional. Según esto último parece ser que el efecto transgresivo se mantiene hasta los depósitos de Onzole que representarían facies de lodos y arcillas de plataforma.

6. De acuerdo con los datos petrográficos, la fuente de los sedimentos de Angostura en la Cuenca de **Manabí** es la Cordillera de **los Andes**, pero es posible que también de cierta manera haya contribuido como fuente la Cordillera Chongón y Colonche.

Para futuras investigaciones se recomienda:

1. Realizar otros análisis de microfósiles y especialmente de nanofósiles en los sedimentos de Angostura, para obtener mayores resultados de datación.
2. Continuar el estudio de asociación de microfaunas y macrofaunas del Mioceno inferior y medio, para tener un inventario mas completo de los fósiles guías mas característicos de está época en la Costa Ecuatoriana.
3. Continuar con las investigaciones sedimentológicas detalladas de la Fm. Angostura, en áreas vecinas para determinar con más exactitud las distintas facies de depósitos.
4. Realizar el estudio micropaleontológico y sedimentológico de la Fm. **Onzole** en el contacto con la Fm. Angostura para demostrar la posible correspondencia en edad y ambiente de depositación.

ANEXOS

ANEXO A

DESCRIPCION DE MUESTRAS PALEONTOLOGICAS

En la descripción de las muestras paleontológicamente fértiles, para dar una idea de abundancia relativa de los taxones, se ha utilizado la siguiente simbología:

- x. Poco abundante.
- xx. Abundante.
- xxx. Muy abundante.

Las muestras numeradas de M1 a M7 son procedentes del Cerro La Mona y las numeradas de C1 a C14 del Río Cascol.

Muestra M1.

La muestra M1 fue tomada de un horizonte de arena limosa en la base de la Formación Angostura. Se presentó totalmente estéril de contenido fosilífero.

Muestra M2.

Muestra tomada de un estrato muy fino de lutita. Se presentó totalmente estéril de contenido fosilífero.

Muestra M3.

Muestra tomada de un estrato fino de lutit. Se presentó totalmente estéril de

contenido fosilífero.

Muestra M4.

Muestra de un estrato de arenisca fina. Se presentó totalmente azoica.

Muestra M5.

Muestra tomada de un estrato de lutita. Se presentó totalmente estéril.

Muestra M6.

Muestra tomada de una capa de lutita. Se presentó totalmente estéril.

Muestra M7.

Muestra tomada de un potente estrato de arenisca fina. Se presentó totalmente estéril de contenido fosilífero.

Muestra C1.

Muestra tomada de un estrato de lumaquela, se presenta rica en contenido microfósil. Los fósiles se encontraban bien cementados, fracturados y meteorizados, lo cual

dificultó su separación.

El siguiente es el listado de la macrofauna presente:

Moluscos:

Anadara cf. boggsi (xx)

Conus cf. riosantiagensis (x)

Corbula sp. (xx)

Chione (Lirophora) tembla (xx)

Chione cf. amathusia (xx)

Dinocardium cf. (Exocardium) ecuadorialis (x)

Oliva sp.

Pecten sp. (x)

Polinices cf. cora (x)

Terebra sp. (xx)

Turritela cf. infracarinata (xxx)

Muestra C2.

Estrato potente de arenisca de grano fino, color gris oscuro. Se presentó totalmente estéril.

Muestra C3.

Arenisca color gris oscuro de grano grueso, con cementación calcárea. Se presentó totalmente estéril.

Muestra C4.

Estrato de arenisca limosa. Se presentó totalmente estéril.

Muestra C5.

Estrato potente de arenisca fina. Se presentó totalmente estéril de contenido fosilífero.

Muestra C6.

Muestra tomada de un estrato de lumaquela. Se presentó rico en contenido macro y microfósilífero.

Los fósiles se encuentran en su mayoría fracturados, meteorizados y rellenos.

Se encontraron los siguientes macrofósiles:

Moluscos

Anadara cf. boggsi (x)

Chione cf. amathusia (xxx)

Chione (Lirophora) tembla (xx)

Pecten sp. (xx)

Terebra sp. (x)

Turritela cf. infracarinata (xxx)

Muestra C7.

Muestra tomada de un estrato limo-arenoso; rico en contenido macro y microfósilífero.

Los moluscos se encontraban menos cementados que en las lumaquelas, lo cual facilitó su separación. Los foraminíferos se presentaron bien conservados, mostrando poco desgaste y corrosión.

La lista de la macro y microfauna contiene:

Moluscos.

Anadara cf. boggsi (x)

Corbula sp. (x)

Conus cf. multiratus spiekeri Olsson (x)

Conus cf. riosantiagensis (x)

Chione (Lirophora) tembla (xx)

Chione cf. amathusia (xxx)

Pecten sp. (xx)

Polinices cf. Cora (x)

Oliva cf. cueva (x)

Oliva **sp.** (x)

Terebra sp. (xx)

Turritela cf. infracarinata (xxx)

Foraminíferos bentónicos.

Buccella peruviana (x)

Cassidulina laevigata (xx)

Cibicides pseudoungerianus (x)

Hanzawaia concentrica (xxx)

Nonion montereyanum (xx)

Quinqueloculina bicostata (x)

Quinqueiocolina seminula (x)

Trochamminoides cf. coronatus (x)

Foraminíferos planctónicos

Globigerina foliata (x)

Globigerina falconensis (x)

Globigerina aff. pseudociperoensis (x)

Globigerina pasaebulloides (x)

Globigerina woodi connecta (x)

Globorotalia mayeri (xx)

Globorotalia cf. *conomiozea* (x)

Globorotalia siakensis (x)

Globorotalia continuosa (x)

Globoquadrina dehiscens (x)

Globigerinoides subquadratus (x)

Globigerinoides aff. *buiioideus* (x)

Otros

Espículas de equinodermos (xx)

Ostrácodos (xx)

Muestra C8.

Estrato de arenisca fina color crema. Se presentó totalmente estéril de contenido fosilífero.

Muestra C9.

Estrato de arenisca fina color gris oscuro. Se presentó totalmente estéril de contenido

fosilífero.

Muestra C10.

Muestra tomada de un estrato de lumaquela. Se presentó rica en contenido macrofósi.

Los fósiles se encontraban mayormente fracturados, meteorizados y rellenos.

Se encontraron los siguientes fósiles:

Moluscos

Anadara cf. boggsi (x)

Conus cf. riosantiagensis (x)

Chione (Lirophora) tembla (xx)

Chione cf. amathusia (xx)

Terebra sp. (x)

Turritela cf. infracarinata (xxx)

Muestra C11

Muestra tomada de un estrato de lutita. Se presentó totalmente estéril.

Muestra C12.

Muestra tomada de un estrato de lutita se presentó totalmente estéril de contenido fosilífero.

Muestra C13.

Muestra tomada de un estrato de arena color gris oscuro. Se presentó totalmente estéril de contenido fosilífero.

Muestra C14.

Muestra tomada de un estrato de arena fina color gris oscuro. Se presentó totalmente estéril.

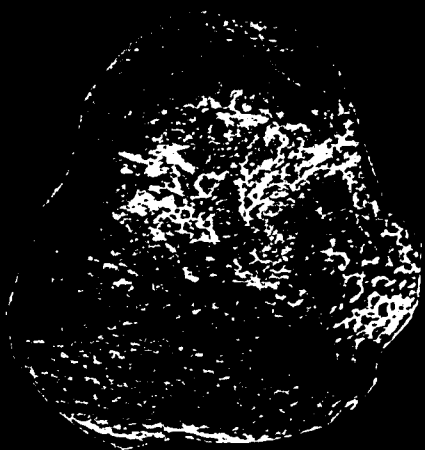
ANEXO B

MINIFERRO

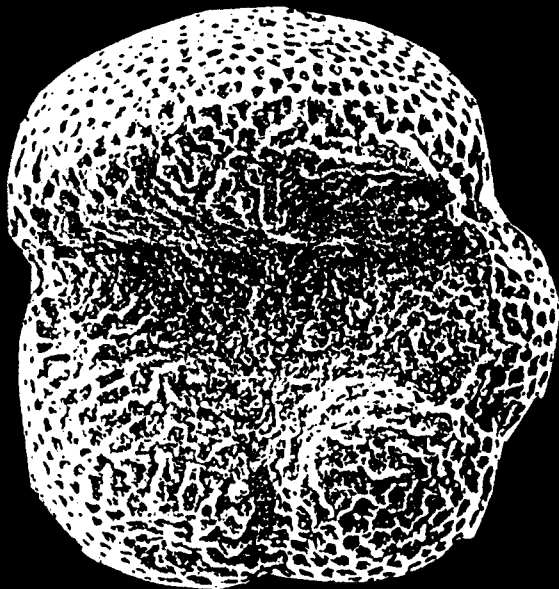
LAMINA 1**FORAMINIFEROS PLANCTONICOS DE LA FM. ANGOSTURA EN EL RIO CASCOL****Figura**

1. **Globorotalia continuosa Blow (1959)**
2. **Globoquadrina dehiscens Chapman, Pan & Collins (1934).**
Mioceno inferior - Pleistoceno.
3. **Globigerina foliata Jenkin (1960). Mioceno inferior.**
4. **Globorotalia cf. semivera Hornbrook (1959). Mioceno medio.**

FIGURA N° 1



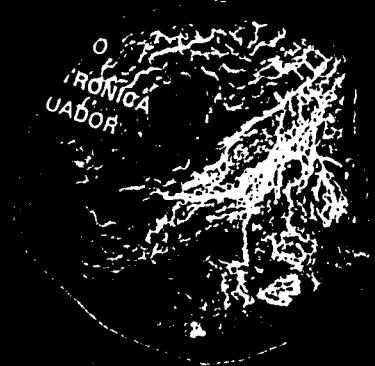
1



2



3



4

50U

LAMINA 2**FORAMINIFEROS PLANCTONICOS DE LA FM. ANGOSTURA EN EL RIO CASCOL****Figura**

1. **Globigerina woodi connecta Jenkins (1967). Oligoceno tardio - Pleistoceno.**
2. **Globorotalia aff. conomiozea Kennett (1966). Miocenos inferior tardio - Plioceno.**
3. **Globigerina psaebulloides d'Orbigny (1826).**
4. **Globigerinoides aff. bulloideus Crescenti (1966). Oligoceno superior - Mioceno superior.**

FIGURA Nº 2



1



2



3



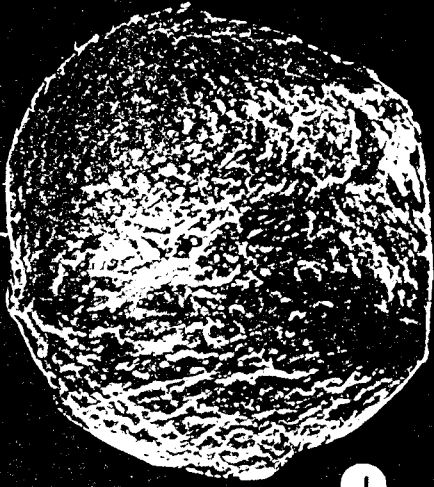
4

50U

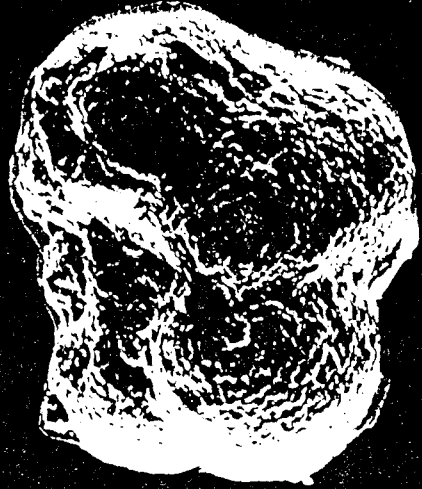
LAMINA 3**FORAMINIFEROS PLANCTONICOS DE LA FM. ANGOSTURA EN EL RIO CASCOL****Figura**

1. **Globigerinoides subquadratus Reuus (1850). Mioceno inferior - Mioceno medio.**
2. **Globigerina aff. pseudociperoensis Roge (1969). mioceno inferior tardío - Mioceno medio medio.**
3. **Globorotalia siakensis.**
4. **Globigerina falconensis Jenkis (1967). mioceno inferior tardío - Plioceno.**
5. **Globorotalia mayeri Cushman & Ellisis (1939).**

FIGURA N° 3

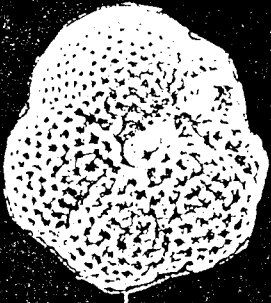


1



2

50U



3



4



5

LAMINA 4

FORAMINIFEROS BENTONICOS DE LA FM. ANGOSTURA EN EL RIO CASCOL.

Figura

1. Hanzawaia concentrica.
2. Quinqueloculina seminula.
3. Cibicides pseugerianus.
4. Nonion montereyanum.

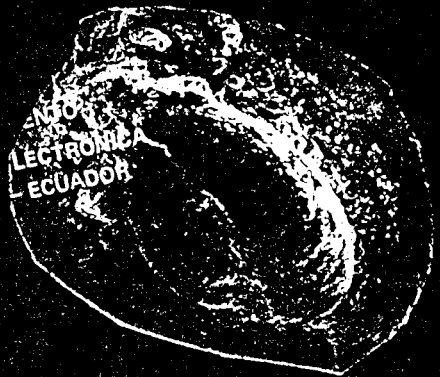


BIBLIOTECA

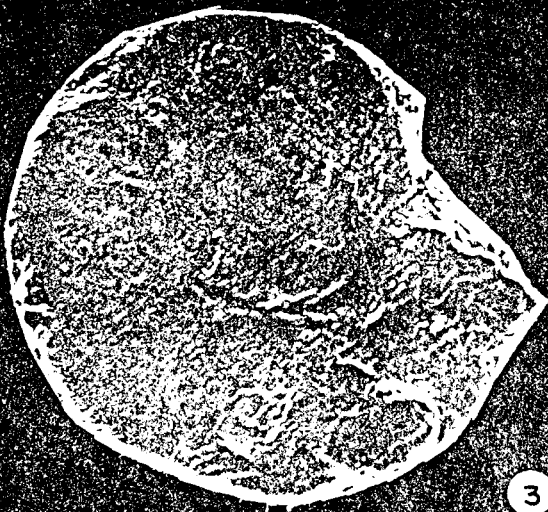
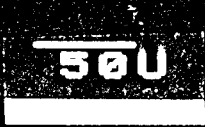
FIGURA N° 4



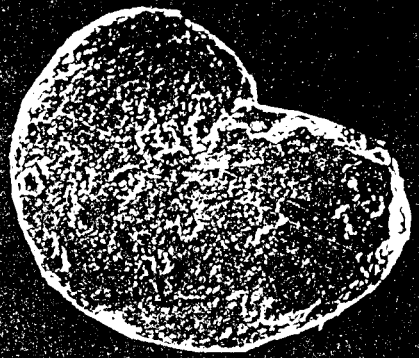
1



2



3



4

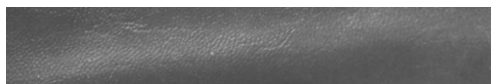
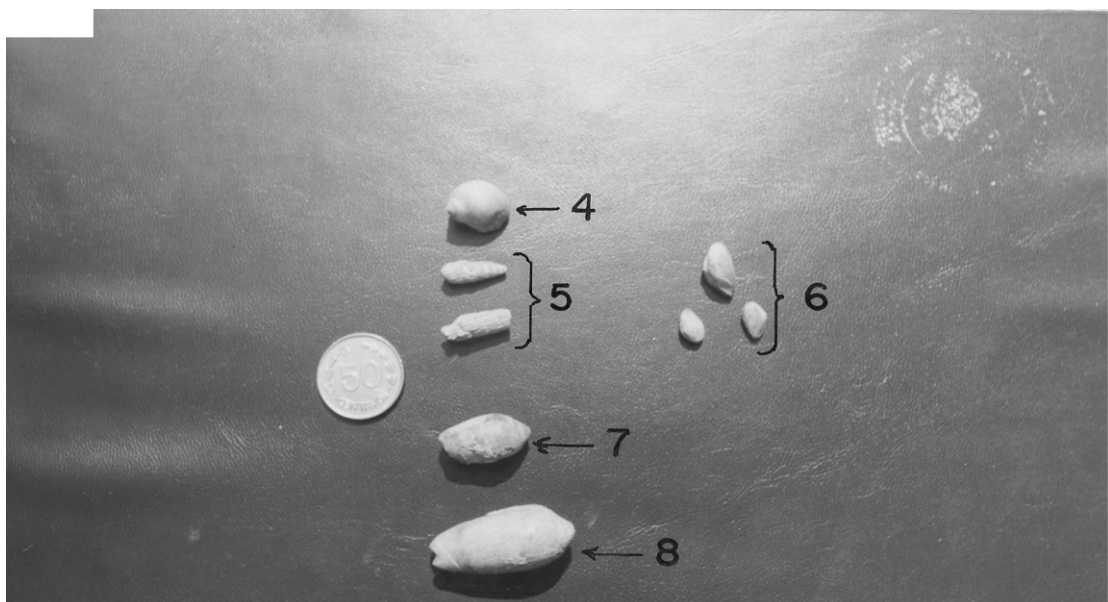
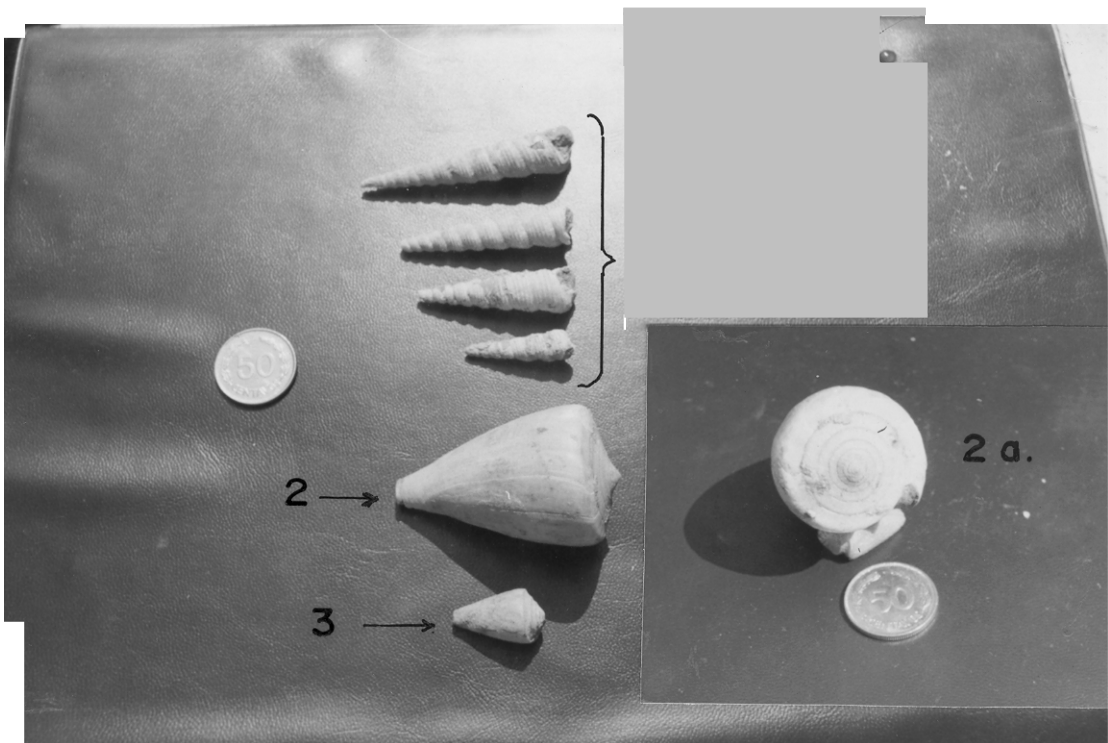
ANEXO C

MOLUSCOS

LAMINA 1

Figura

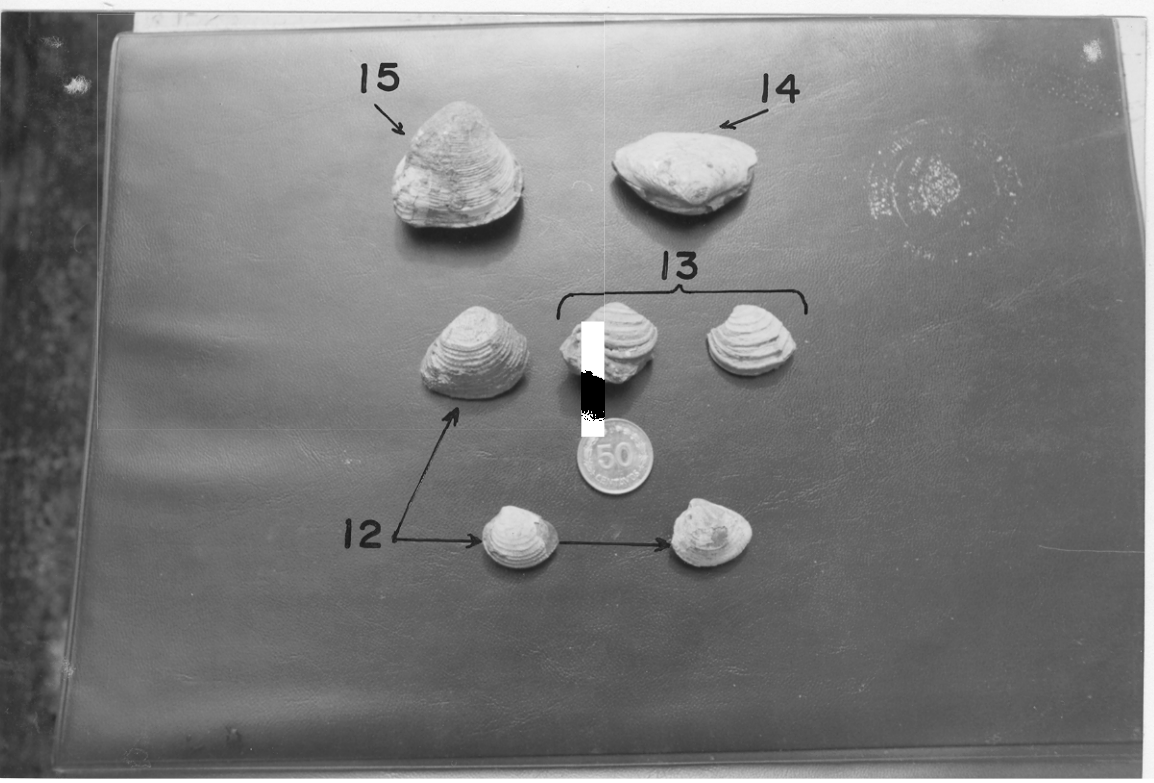
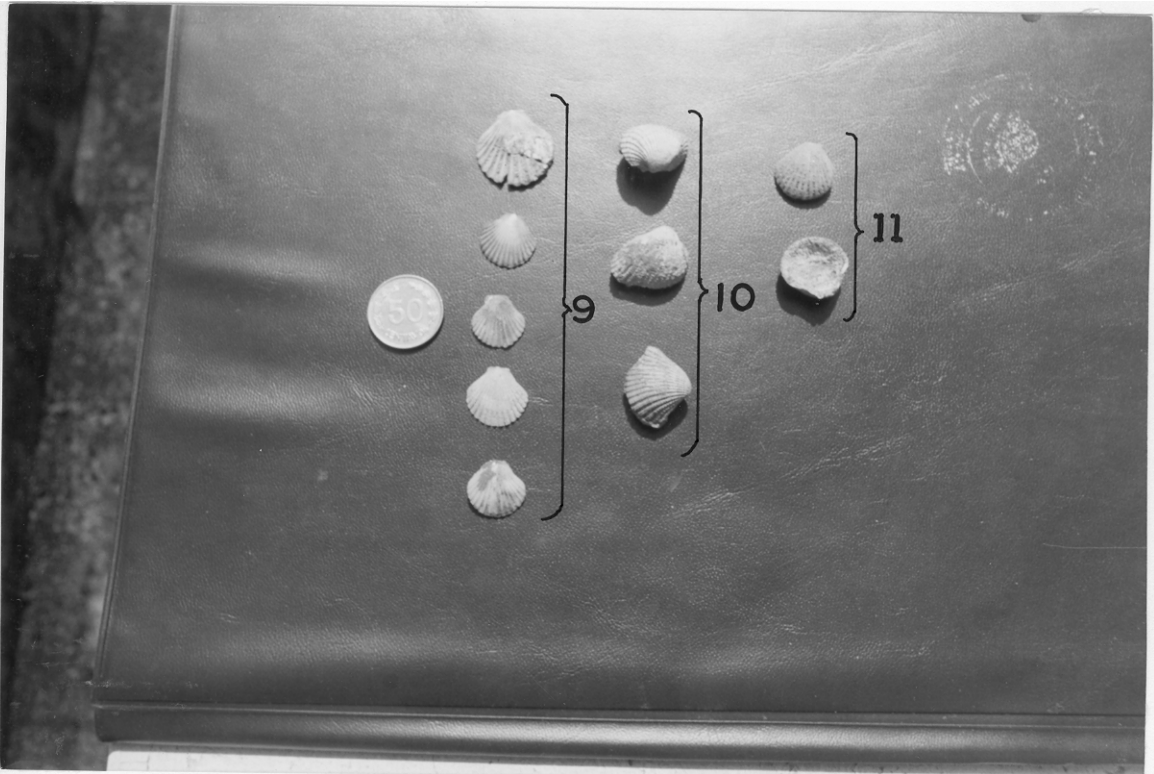
1. *Turritela* cf. *infracarinata* (Marks, 1951)
2. *Conus* cf. *riosantiagensis* (Olsson, 1964)
3. *Conus* cf. *multiratus spiekeri* (Olsson, 1932)
4. *Polinices* cf. *cora* (Orbigny, 1840)
5. *Terebra* sp. (Burguiere, 1789)
6. *Corbula* sp. (Burguiere, 1789)
7. *Oliva* sp. (Bruguiere, 1789)
8. *Oliva* cf. (*Ispidula*) *cueva* (Olsson, 1964)



LAMINA 2

Figura

9. Pecten sp. (Bruguiere, 1789)
10. Dinocardium cf. (Exocardium) ecuatorialis (Olsson, 1932)
11. Anadara cf. boggsi (Olsson, 1964)
12. Chione cf. amathusia (Marks, 1951)
13. Chione (*lirophora*) ternbia (Olsson, 1964)
14. Nucula sp. (Larnark, 1799).
15. N.N.



ANEXO D

ANALISIS PETROGRAFICOS

TESIS DE GRADO**MUESTRA N° M4****TIPO DE MUESTRA :** ARENISCA**LOCALIDAD** CERRO LA MONA**FORMACION** ANGOSTURA**COLECTADA POR :** JVS**FECHA:** 17-6-88**DESCRIPCION MACROSCOPICA**

Arenisca de grano fino a medio, con granos de hasta 0.35 mm; de coloración amarillenta, mal consolidada, deslenable, sin cementación calcarea.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Matriz arcillosa muy fina isotrópica. 20.8%

Fragmento de roca de origen volcánico (basaltos microlíticos). 10.22%

Fragmentos de roca de origen sedimentario (chert) 17.33%

El cuarzo se presenta en dos variedades monocristalino y policristalino.

Feldespatos en su mayoría se presentan corroídos.

Los granos texturalmente se los observa de angulosos a subangulosos, moderadamente clasificados.

NOMBRE DE LA ROCA: Wacka lítica subfeldespática.

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

DATOS CONTAJE DE PUNTOS

Muestra M4.

GRANOS DE ESTRUCTURA	GRANOS	%	%T	Qz	Feld	Rx
Cuarzo (total)			33.8	51.1	3.82	10.9
monocristalino	343	30.5		65.8		
policristalino	37	3.3		77.6	5.80	16.6
Feldespatos			3.82			
alcalino						
plagioclasa	43	3.8				
Frag. Roca (Rx)			28.3			
metamórfico						
sedimentarios	195	17.3				
ígneos	123	10.9				
Granos accesorios			5.9			
glauconita	38	3.38				
muscovita	28	2.50				
circón			Tr			
Matriz (total)			20.8			
arcillosa indif.	234	20.8				
Cemento (total)			0.80			
calcita	9	0.80				
Porosidad (total)			6.67			

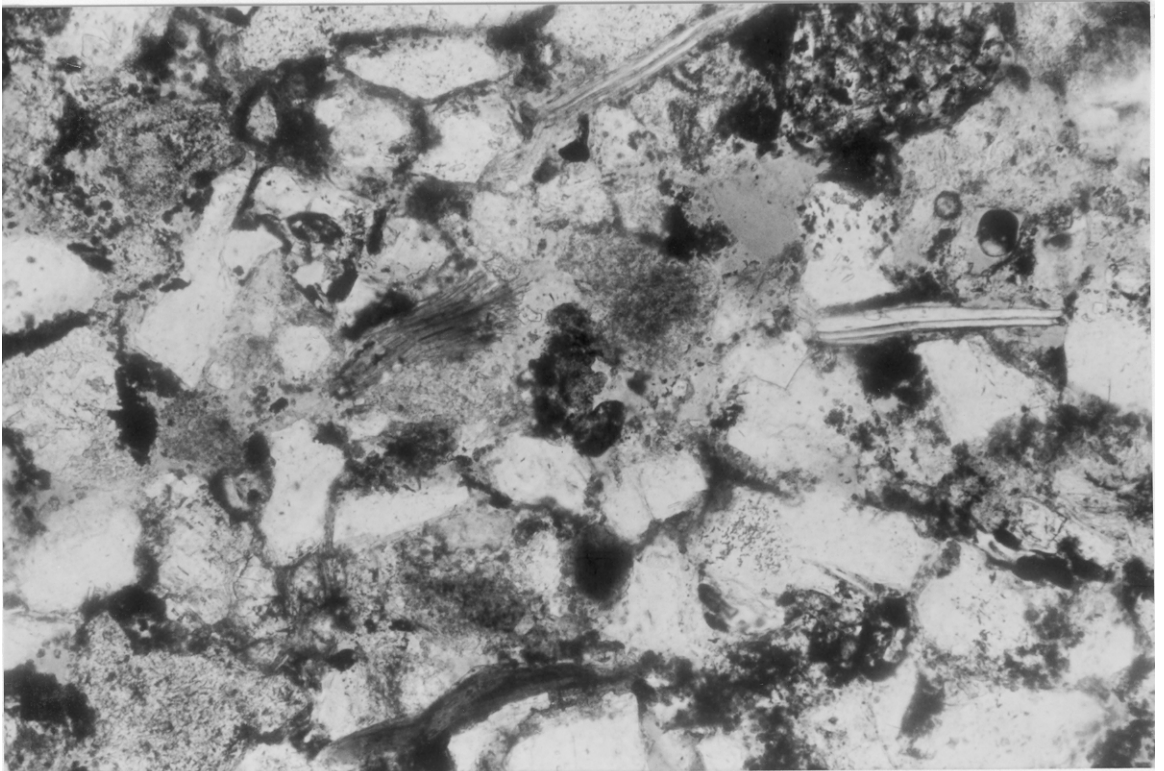
ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

CALCULO GRANULOMETRICO

Muestra M4

DIV.	MICRO.	DIV.	MICRO	VAL. MIN	VAL. MAX.	VAL PROM.
9	151.65	12	202.20	84.25	337.0	182.43
12	202.20	12	202.20			
11	185.35	13	219.05			
20	337.00	12	202.20			
18	303.30	12	202.20			
11	185.35	13	219.05			
7	117.95	11	185.35			
11	185.35					
6	101.10					
10	168.50					
15	252.75					
6	101.10					
12	202.20					
5	84.25					
12	202.20					
10	168.50					
13	219.05					
7	117.95					
12	202.20					
17	286.45					
7	117.95					
6	101.10					
10	168.50					
11	185.35					
11	185.35					
12	202.20					
11	185.35					
10	168.50					
10	168.50					
7	117.95					
7	117.95					
7	117.95					
12	202.20					
11	185.35					
10	168.50					
11	185.35					
17	286.45					

Fotografías 21 y 22. Lámina delgada muestra N° M4. Aumento 64X. **nicos** cruzados y paralelos. Vista general de la muestra, se presenta con matriz arcillosa, sin cemento y alto porcentaje de micas. Base de **la Fm.** Angostura. Cerro La Mona.



TESIS DE GRADO**MUESTRA N° M7****TIPO DE MUESTRA :** ARENISCA**LOCALIDAD** CERRO LA MONA**FORMACION** ANGOSTURA**COLECTADA POR :** JVS

FECHA: 17-6-88

DESCRIPCION MACROSCOPICA

Arenisca de grano fino a medio, con granos de hasta 0.35 mm; de coloración amarillo oscuro, bien consolidada, con cementación calcarea.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

La muestra se presenta con los granos de cuarzo y feldespatos muy corroídos por la calcita y con muy bajo porcentaje de porosidad intergranular.

La matriz es de tipo micrítica

39.30%

Los granos se presentan texturalmente de subangulosos a angulosos y moderadamente bien clasificados.

El contacto entre granos es principalmente de tipo flotante.

NOMBRE DE LA ROCA: Wacka feldespática.

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

DATOS CONTAJE DE PUNTOS

Muestra M7.

GRANOS DE ESTRUCTURA	GRANOS	%	%T	Qz	Feld	Rx
Cuarzo (total)			38.3	44.4	7.79	2.99
monocristalino	218	36.1		55.2		
policristalino	13	2.1		80.48	14.1	5.41
Feldespatos			7.79			
alcalino						
plagioclasa	47	7.8				
Frag. Roca (Rx)			9.12			
metamórfico						
sedimentarios	37	6.14				
ígneos	18	2.99				
Granos accesorios			4.48			
glaucónita	12	1.99				
muscovita	9	1.49				
circón	6	1.00				
Matriz (total)			39.3			
micrítica	237	39.3				
Cemento (total)			1.00			
calcita	6	1.00				
Porosidad (total)			0.00			

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

CALCULO GRANULOMETRICO

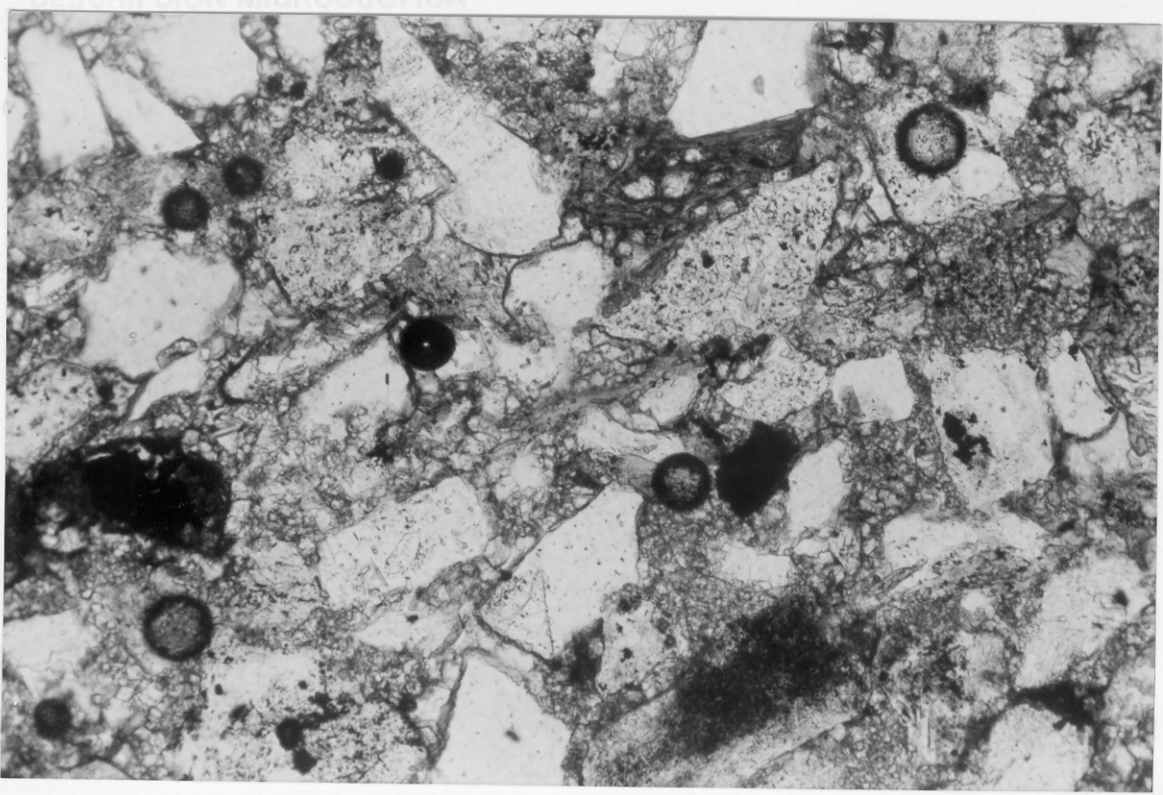
Muestra M7

DIV.	MICRO.	DIV.	MICRO	VAL. MIN	VAL. MAX.	VAL PROM.
7	117.95	12	202.20	50.55	337.0	166.48
7	117.95	10	168.50			
8	134.80	10	168.50			
10	168.50	10	168.50			
9	151.65	12	202.20			
10	168.50	12	202.20			
6	101.10					
4	67.40					
12	202.20					
6	101.10					
11	185.35					
10	168.50					
7	117.95					
7	117.95					
12	202.20					
9	151.65					
5	84.25					
3	50.55					
7	117.95					
12	202.20					
7	117.95					
9	151.65					
20	337.00					
12	202.20					
10	168.50					
12	202.20					
10	168.50					
15	252.75					
15	252.75					
10	168.50					
12	202.20					
12	202.20					
10	168.50					
7	117.95					
10	168.50					
6	101.10					
11	185.35					

Fotografías 23 y 24. Lámina delgada muestra N° M7. Aumento 64X. Nicoles cruzados y paralelos. Vista general de la muestra, observese la matriz de tipo micrítica y los granos de cuarzo y feldespato corroídos por calcita. Muestra tomada de una concreción en la base de la Fm. Angostura. Cerro La Mona.



DESCRIPCION MICROSCOPICA



TESIS DE GRADO**MUESTRA N° C1****TIPO DE MUESTRA :** ARENISCA**LOCALIDAD** RIO CASCOL**FORMACION** ANGOSTURA**COLECTADA POR :** JVS**FECHA:** 25-6-88**DESCRIPCION MACROSCOPICA**

Arenisca de grano medio a grueso, con granos de hasta 0.5 mm; color amarillento, mal consolidada, deslenable, no cálcarea.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

No se observa cemento y matriz entre los granos. Presenta un alto porcentaje de porosidad intergranular.

Los granos se observan de angulosos a subangulosos y moderadamente clasificados.

El contacto entre granos en mayor porcentaje es de tipo flotante y puntual. Se observa piroxenos, pero en su mayoría corroídos y meteorizados.

NOMBRE DE LA ROCA: Cuarzo wacka.

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

DATOS CONTAJE DE PUNTOS

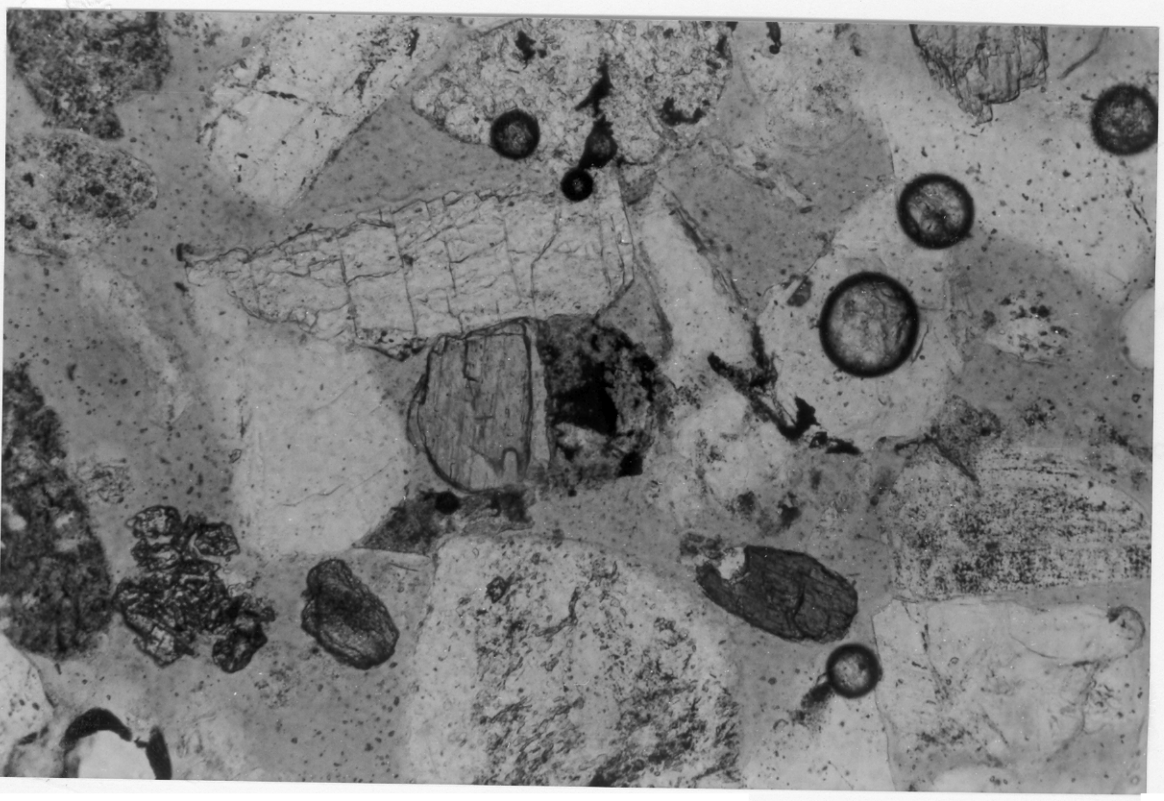
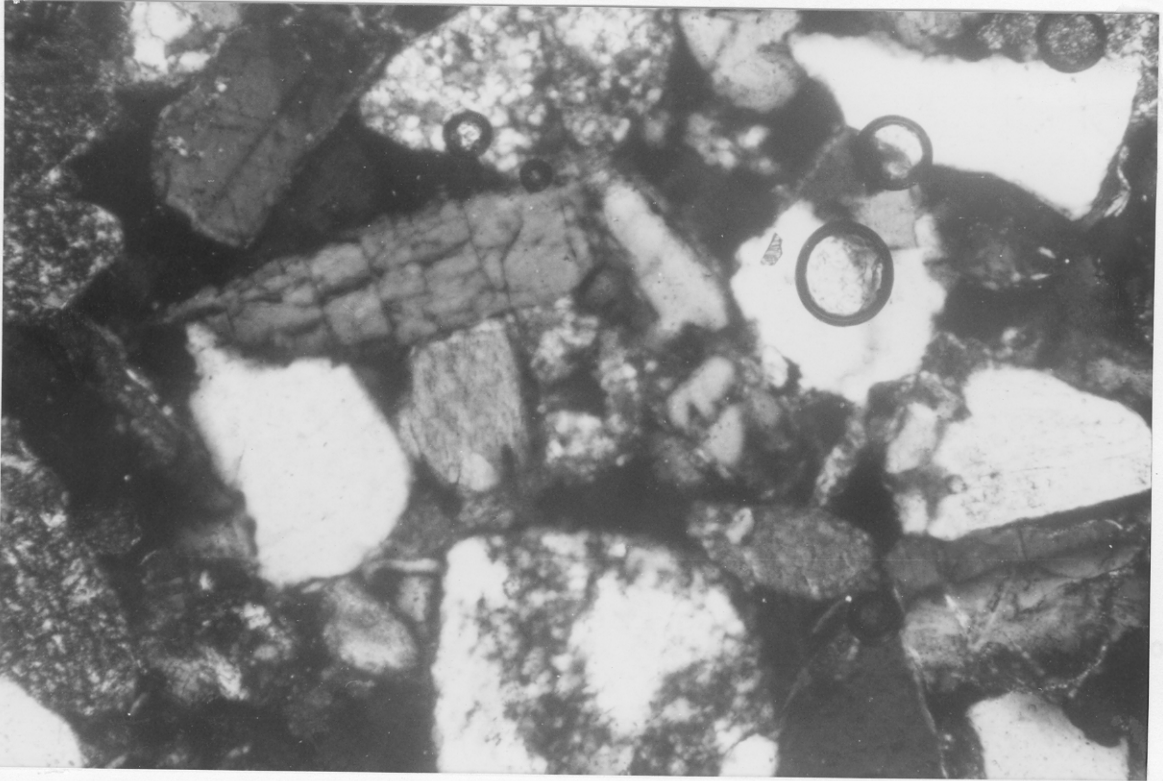
GRANOS DE ESTRUCTURA	GRANOS	%	%T	Qz	Feld	Rx
Cuarzo (total)			45.0	54.3	5.73	2.36
monocristalino	247	41.6		62.4		
policristalino	20	3.3		87.03	9.19	3.78
Feldespatos			5.73			
alcalino	-	-				
plagioclasa	34	5.73				
Frag. Roca (Rx)			11.65			
sedimentarios	55	9.27				
ígneos	14	2.36				
Granos accesorios			16.69			
glauconita	40	6.75				
rnuscovita	4	0.67				
circón	8	1.35				
piroxeno	47	7.93				
Matriz (total)						
Cemento (total)			9.61			
calcita	33	5.56				
heulan-clinoti.	24	4.05				
Porosidad (total)			11.30			

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

CALCULO GRANULOMETRICO

DIV.	MICRO.	DIV.	MICRO	VAL. MIN	VAL. MAX.	VAL PROM.
10	168.50	25	421.25	134.80	505.50	257.71
17	286.45	8	134.80			
30	505.50	11	185.35			
12	202.20	17	286.45			
10	168.50	13	219.05			
17	286.45	10	168.50			
10	168.50	16	269.60			
12	202.20					
22	370.70					
10	168.50					
15	252.75					
9	151.65					
10	168.50					
18	303.30					
10	168.50					
10	168.50					
18	303.30					
20	337.00					
15	252.75					
20	337.00					
25	421.25					
12	202.20					
16	269.60					
18	303.30					
15	252.75					
24	252.75					
12	404.40					
15	202.20					
23	252.75					
11	387.55					
23	185.35					
11	387.55					
10	185.35					
21	353.85					
14	235.90					
25	421.25					

Fotografías 25 y 26. Lámina delgada muestra N° C1. Aumento 100X. Nícoles cruzados y paralelos. Vista general de la muestra, observese el alto porcentaje de porosidad intergranular (azul), la falta de matriz y de cemento. Los piroxenos se encuentran muy corroidos. Presentes en el tope de la Formación Angostura.



TESIS DE GRADO**MUESTRA N° C2****TIPO DE MUESTRA :** ARENISCA**LOCALIDAD** RIO CASCOL**FORMACION** ANGOSTURA**COLECTADA POR :** JVS

FECHA: 25-6-88

DESCRIPCION MACROSCOPICA

Arenisca de grano medio a grueso, con granos de hasta 0.5 mm; color gris oscuro, bien consolidada y con cementacion cálcarea.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Se observa un alto porcentaje de cemento cálcarea de tipo micrítico. 11.21%

Los granos de cuarzo y feldespatos se presentan corroídos por la calcita.

Fragmentos de roca de origen ígneo y sedimentario, tipo basalto microlítico y chert respectivamente.

Los granos se presentan de subangulosos a redondeados con contacto de tipo recto y puntual.

NOMBRE DE LA ROCA: Cuarzo wacka.

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

DATOS CONTAJE DE PUNTOS

GRANOS DE ESTRUCTURA	GRANOS	%	%T	Qz	Feld	Rx
Cuarzo (total)			52.2	59.6	3.14	4.93
monocristalino	200	44.8		67.7		
policristalino	33	7.40		88.08	4.64	7.28
Feldespatos			3.14			
alcalino						
plagioclasa	14	3.14				
Frag. Roca (Rx)			12.33			
sedimentarios	33	7.40				
ígneos	22	4.93				
Granos accesorios			16.82			
glauconita	35	7.85				
muscovita	4	0.90				
circón	4	0.90				
piroxeno	32	7.17				
Matriz (total)			2.34			
Cemento (total)			10.44			
calcita	50	11.21				
heulan-clinoti.	7	1.57				
Porosidad (total)			2.69			

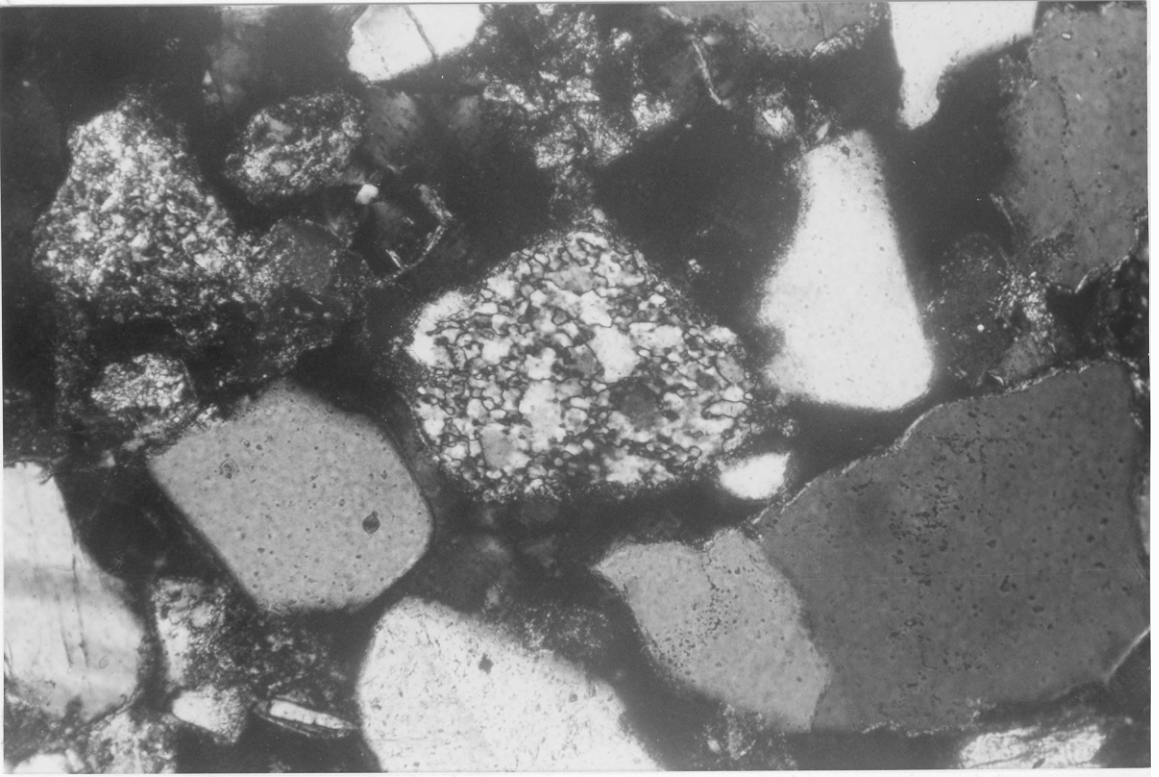
172

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

CALCULO GRANULOMETRICO

DIV.	MICRO.	DIV.	MICRO	VAL. MIN	VAL. MAX.	VAL PROM.
27	454.95	13	185.35	117.95	454.95	229.02
12	202.20	11	252.75			
12	202.20	15	151.65			
12	202.20	9	134.80			
12	202.20	8	151.65			
15	219.05	9	235.90			
13	202.20	14	387.55			
12	269.60					
16	168.50					
10	151.65					
9	235.90					
14	235.90					
14	252.75					
15	286.45					
17	286.45					
17	337.00					
20	337.00					
20	219.05					
13	219.05					
13	202.20					
12	286.45					
17	219.05					
13	168.50					
10	134.80					
8	269.60					
16	185.35					
11	252.75					
15	252.75					
15	303.30					
18	202.20					
12	185.35					
11	202.20					
12	117.95					
7	202.20					
12	168.50					
10	168.50					
10	219.05					

Fotografías 27. Lámina delgada muestra N° C2. Aumento 100X. Nícoles cruzados. Observe los fragmentos de basaltos microlíticos y los granos de cuarzo corroídos por la calcita. Tope de la Formación Angostura. Río Cascol.



TESIS DE GRADO**MUESTRA N° ANG1****TIPO DE MUESTRA :** ARENISCA**LOCALIDAD** RIO CASCOL**FORMACION** ANGOSTURA**COLECTADA POR :** JVS**FECHA: 25-6-88****DESCRIPCION MACROSCOPICA**

Arenisca de grano medio a grueso, con granos de hasta 1 mm; presenta gradación de grano grueso a fino, con fragmentos de basalto de color oscuro; bien consolidado y con cementación calcárea.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Los granos de cuarzo y feldespatos se presentan corroídos por la calcita.

Los granos se los observa moderadamente clasificados y el contacto entre ellos es de tipo flotante y puntual.

Se observa un alto porcentaje de fragmentos cálcareos y microorganismos.

NOMBRE DE LA ROCA: Wacka lítica subfeldespática.

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

DATOS CONTAJE DE PUNTOS

GRANOS DE ESTRUCTURA	GRANOS	%	%T	Qz	Feld	Rx
Cuarzo (total)			34.8	44.3	7.86	13.6
monocristalino	324	26.5		65.7		
policristalino	101	8.27		67.37	11.9	20.6
Feldespatos			7.86			
alcalino	-	-				
plagioclasa	96	7.86				
Frag. Roca (Rx)			23.10			
sedimentarios	116	9.50				
ígneos	10	0.82				
calcáreos	156	12.78				
Granos accesorios			1.88			
glauconita	12	0.72				
muscovita						
circón	23	1.88				
Matriz (total)			2.35			
Cemento (total)			30.0			
calcita	204	16.71				
heulan-clinoti.	191	15.64				
Porosidad (total)			-			

107

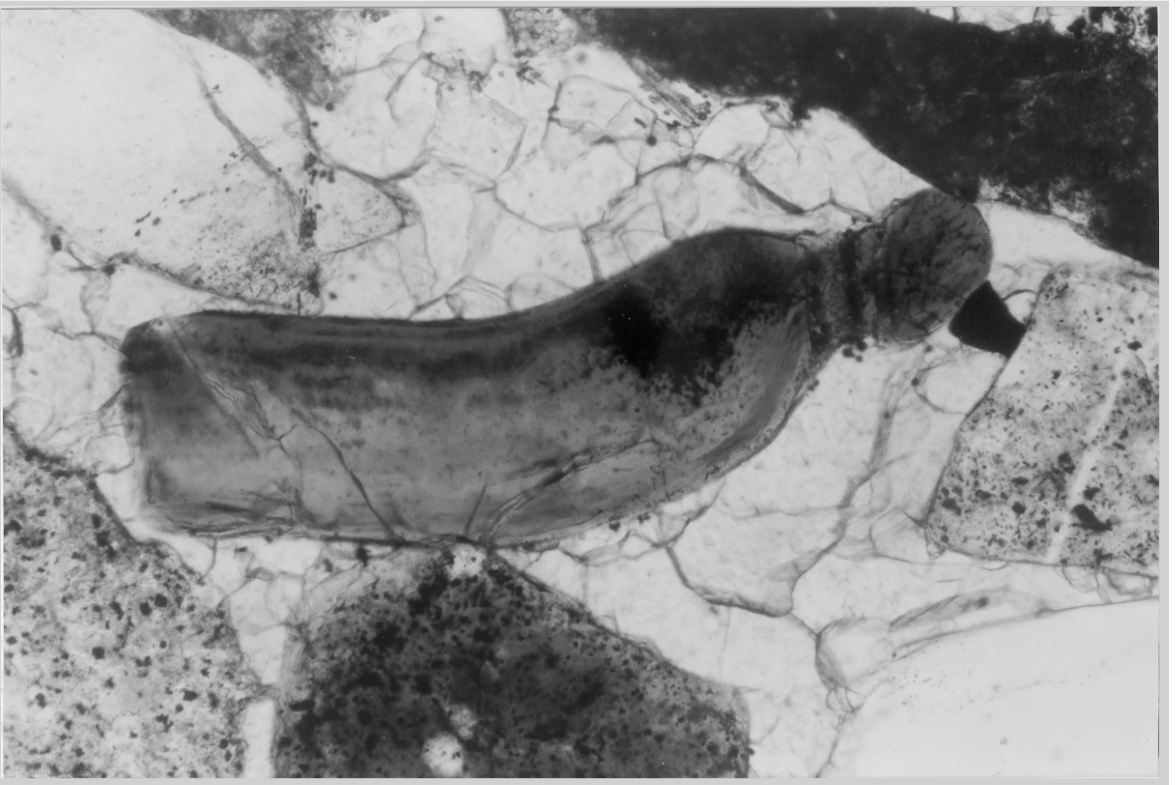
ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

CALCULO GRANULOMETRICO

DIV.	MICRO.	DIV.	MICRO	VAL. MIN	VAL. MAX.	VAL PROM.
15	252.75	25	421.25	168.50	859.35	417.88
36	606.60	35	589.75			
45	758.25	30	505.50			
35	589.75	18	303.30			
21	353.85	35	589.75			
24	404.40	23	387.55			
28	471.80	25	421.25			
29	488.65					
10	168.50					
17	286.45					
17	286.45					
21	353.85					
20	337.00					
23	387.55					
24	404.40					
51	859.35					
30	505.50					
25	421.25					
12	202.20					
25	421.25					
30	505.50					
18	303.30					
20	337.00					
26	438.10					
24	404.40					
20	337.00					
30	505.50					
30	505.50					
27	454.95					
23	387.55					
28	471.80					
31	522.35					
22	370.70					
35	589.75					
35	589.75					
23	387.55					
15	252.75					

Fotografía 28. Lámina delgada muestra N° ANG 1. Aumento 100X. Nícoles paralelos. Fragmento de materia orgánica depositado junto a los fragmentos calcáreos. Tope de la Formación Angostura en el Rio Cascol.

Fotografía 29. Lámina delgada muestra N° ANG 1. Aumento 100X. Nícoles paralelos. Fragmento de foraminífero rodeado de bitumen precoz. Tope de la Formación Angostura. Rio Cascol.



TESIS DE GRADO**MUESTRA N° ANG2****TIPO DE MUESTRA :** ARENISCA**LOCALIDAD** RIO CASCOL**FORMACION** ANGOSTURA**COLECTADA POR :** JVS**FECHA:** 25-6-88**DESCRIPCION MACROSCOPICA**

Arenisca de grano medio a grueso, con granos de hasta 0.5 mm; color gris oscuro, con fragmentos de roca color negro, bien consolidada y con cementación calcárea.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

La muestra presenta una matriz de tipo micrítica **8.53%** y se pueden observar fragmentos de basaltos microlíticos **4.71%**.

Los granos de cuarzo y feldespatos se encuentran muy corroídos por la calcita.

Texturalmente los minerales se presentan de subangulosos a subredondeados, con contacto entre granos de tipo recto principalmente y moderadamente clasificados.

NOMBRE DE LA ROCA: Cuarzo wacka.

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

DATOS CONTAJE DE PUNTOS

Muestra ANG2

GRANOS DE ESTRUCTURA	GRANOS	%	%T	Qz	Feld	Rx
Cuarzo (total)			52.94	61.76	6.18	4.71
monocristalino	165	48.53		72.65		
policristalino	15	4.41		85.02	8.50	6.48
Feldespatos			6.18			
alcalino		-				
plagioclasa	21	6.18				
Frag. Roca (Rx)			135.53			
sedimentarios	30	8.82				
ígneos	16	4.71				
Granos accesorios			10.00			
glauconita	17	5.00				
muscovita	4	1.18				
circón	5	1.47				
piroxeno	8	2.35				
Matriz (total)						
Cemento (total)			10.29			
calcita	29	8.53				
heulan-clinoti.	6	1.76				
Porosidad (total)			7.06			

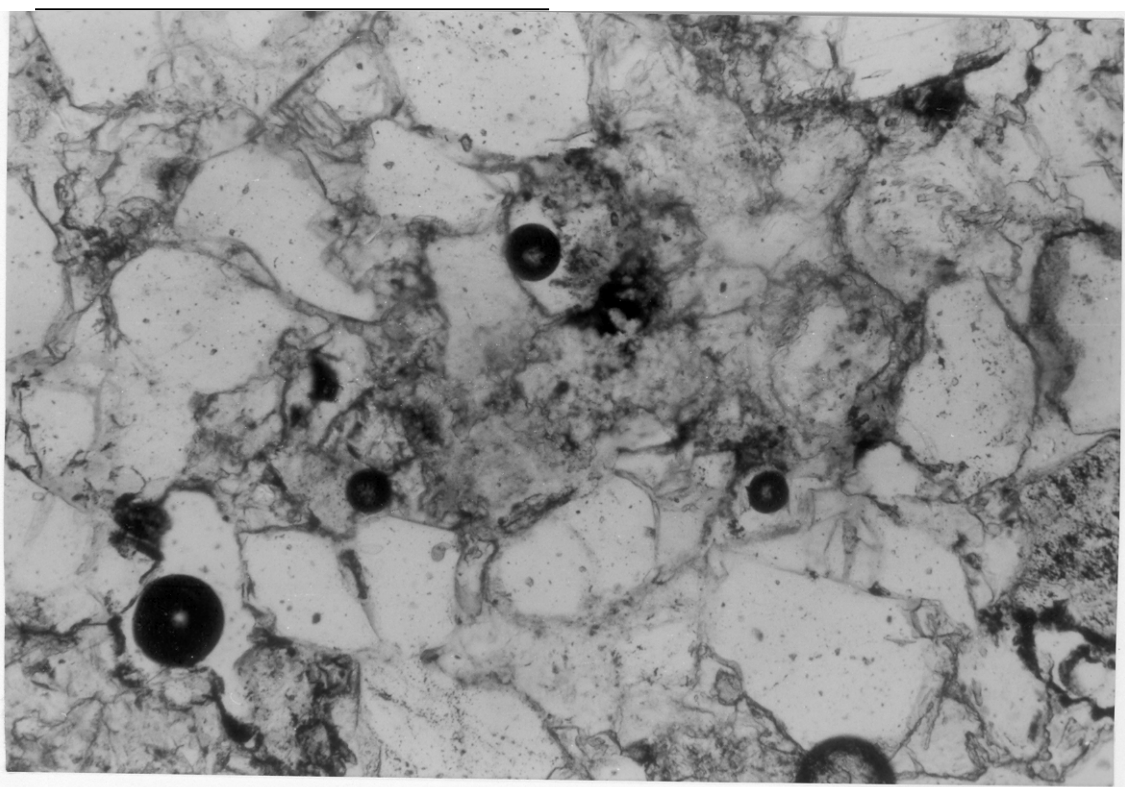
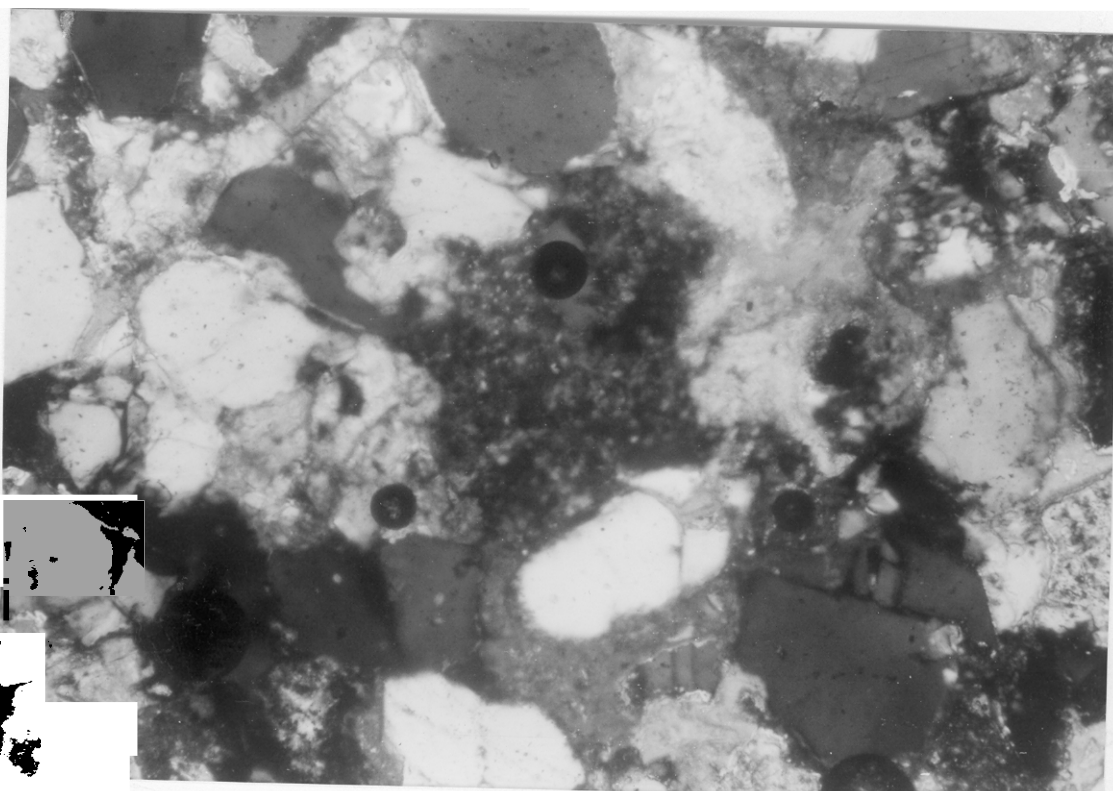
ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

CALCULO GRANULOMETRICO

Muestra ANG2

DIV.	MICRO.	DIV.	MICRO	VAL. MIN	VAL. MAX.	VAL PROM.
10	168.50	9	151.65	101.10	252.75	167.49
8	134.80	10	168.50			
10	168.50	10	168.50			
7	117.95	11	185.35			
13	219.05	13	219.05			
12	202.20	11	185.35			
12	202.20					
10	168.50					
8	168.50					
8	134.80					
10	134.80					
11	134.80					
8	168.50					
10	185.35					
10	134.80					
11	168.50					
12	168.50					
10	185.35					
12	202.20					
11	168.50					
9	202.20					
6	185.35					
8	151.65					
10	101.10					
8	134.80					
70	768.50					
8	134.80					
7	168.50					
10	134.80					
15	117.95					
10	168.50					
11	185.35					
10	168.50					
10	168.50					
12	202.20					
10	168.50					
11	185.35					

Fotografías 30 y 31. Lamina delgada muestra N° ANG2. Aumento 64X. Nicoles cruzados y paralelos. Vista general de la muestra observese el cemento de tipo calcáreo, la escasa porosidad intergranular y los granos de cuarzo y feldespato corroídos por la calcita. Fm Angostura, Río Cascol.



TESIS DE GRADO**MUESTRA N° LUM1****TIPO DE MUESTRA :** CALIZA BIOCLASTICA.**LOCALIDAD** RIO CASCOL**FORMACION** ANGOSTURA**COLECTADA POR :** JVS**FECHA:** 25-6-88**DESCRIPCION MACROSCOPICA**

Caliza bioclástica, con conchas de molucos relativamente bien conservados, muy cementados a la matriz de tipo calcárea; se observan moluscos de hasta 10 cm de largo.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Matriz arcillosa muy fina, cemento calcáreo precipitado entre los poros de la roca.

Se observan los granos de cuarzo y feldespatos corroídos por la calcita. Fragmentos de roca, granos de cuarzo y feldespatos. 8.27%.

Gran cantidad de granos de glauconita formando parte del cemento. 7.50%.

NOMBRE DE LA ROCA: Lumaquela.

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS

DATOS CONTAJE DE PUNTOS

Muestra LUMQ1

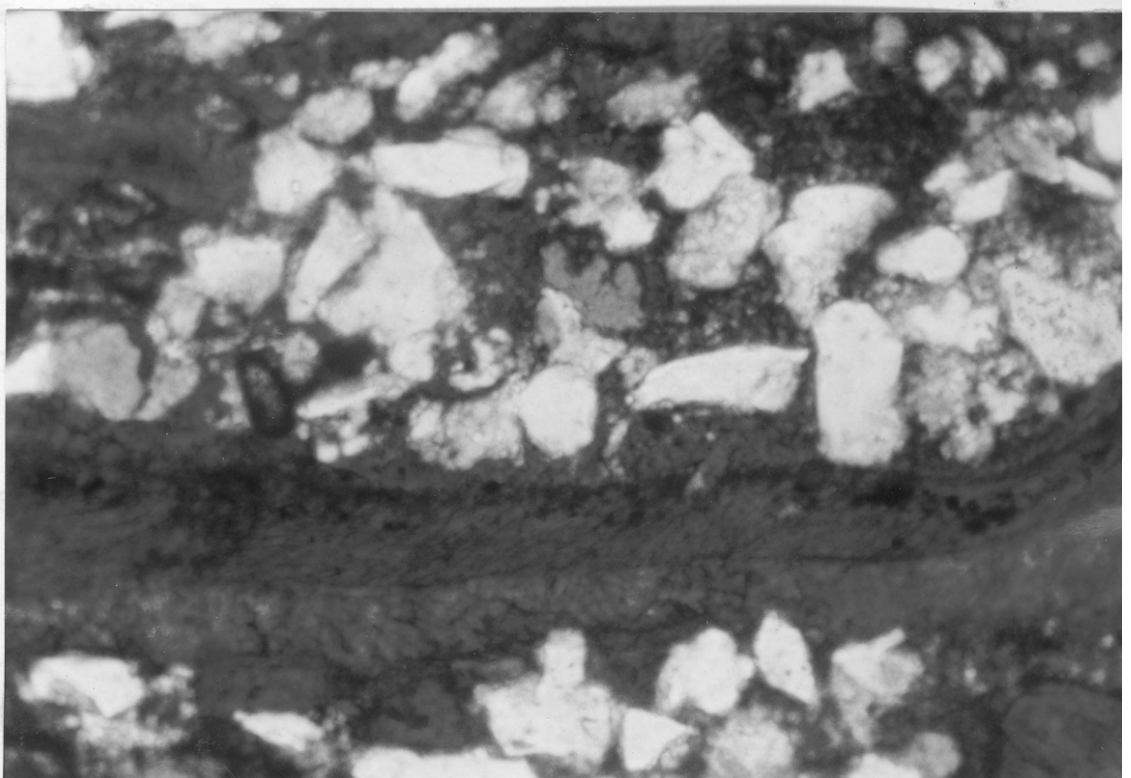
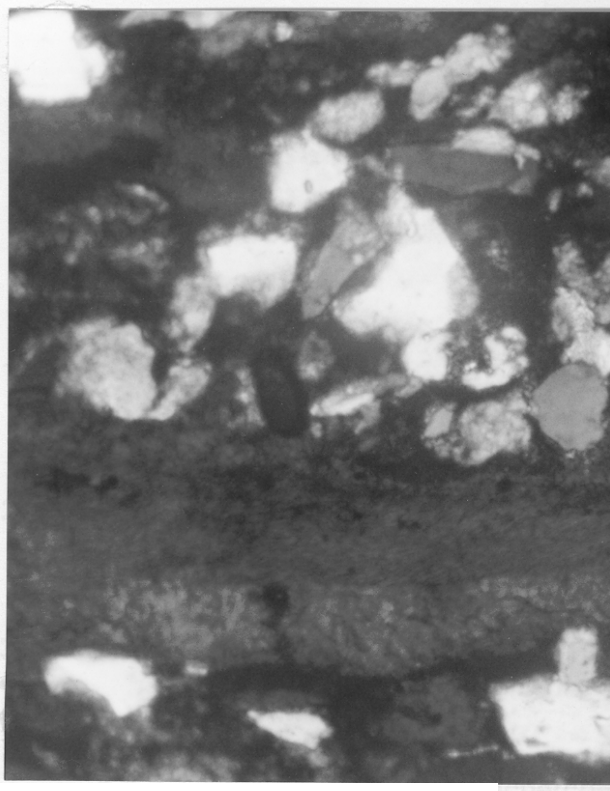
GRANOS DE ESTRUCTURA	GRANOS	%	%T	Qz	Feld	Rx
Cuarzo (total)			5.00			
monocristalino	36	3.46				
policristalino	16	1.54				
Feldespatos			3.27			
alcalino	-					
plagioclasa	34	3.27				
Frag. Roca (Rx)			50.27			
sedimentarios	28	2.69				
ígneos	32	3.08				
calcáreos	462	44.50				
Granos accesorios			7.50			
glauconita	64	6.16				
muscovita	-					
piroxenos	14	1.34				
Matriz (total)			27.53			
Cemento (total)			30.24			
calcita	204	16.65				
heulan-clinoti.	110	10.59				
Porosidad (total)						

152

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS**CALCULO GRANULOMETRICO**

DIV.	MICRO.	DIV.	MICRO	VAL. MIN	VAL. MAX.	VAL PROM.
				252.75	505.50	417.88
15	252.75					
45	758.25					
21	353.85					
22	370.70					
24	404.40					
30	505.50					
30	505.50					
12	202.20					
26	438.10					
31	522.35					
23	387.55					
21	353.85					
21	353.85					
21	353.85					
27	454.95					
27	454.95					
35	589.75					
18	303.30					
23	387.55					
24	404.40					
23	387.55					
22	370.70					
17	286.45					

Fotografías 32 y 33. Lamina delgada muestra N° LUMQ 1. Aumento 100X. Nicoles cruzados y paralelos. Vista general de la muestra, observese las conchas de los moluscos teñidos de rojo para mejor diferenciación; escasos componentes terrígenos y alto porcentaje de glauconita. Presentes en el tope de la Fm. Angostura. Rio Cascol.



BIBLIOGRAFIA

1. ALVARADO E. FLOR. Geología de los Cerros de Durán. Tesis de Grado. Facultad de IGMP, ESPOL, Guayaquil, 1989. pp. 42-55.
2. BLANDIN L. CARLOS. El Clima y sus características en el Ecuador. Banco Central del Ecuador, Guayaquil, 1977. pp. 24-37.
3. BOERSMA E. Shallow Siliclastic Seas. New York, 1980. pp. 207-258.
4. BRISTOW C. R. , HOFFSTETTER R. Léxico Estratigráfico Internacional. Fasc. 5 a 2. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, Francia, 1977. 412p
5. BULLER A. T. , MC HANUS J. Simple metric sedimentary statistics used to recognize different enviroments. Journal of the International Association of Sedimentologists. Vol 18, New York, 1972. 21p.
6. CORRALES I. ET AL. Estratigrafía. Editorial Rueda, Madrid, España 1977. pp. 70-80.
7. DERCOUT J., PAQUET J. Geology principles methods. London, Paris, 1985. pp. 171-179.
8. DELFAUT J. Application de l'analyse secuencialle a l'exploration lithoestratigrafique d' un bassin sedimentaire. L'exemple du Jurassique et du Cretaceinferior de L'Aquitaine. Mem, BRGM. N° 77, Paris, 1972. pp. 593-611.

9. EGUEZ A. HUGO. Sedimentología y Estratigrafía de la Formación San Mateo, Provincia de Manabí-Ecuador. Tesis de Grado. Facultad de IGMP, ESPOL, Guayaquil, 1985. pp 50-110.
10. FAUCHER B., SAVOYAT E. Esquema Geológico de los Andes Ecuatorianos. Vol. xv. Paris, 1973. pp. 115-142.
11. FRED R. J. Carbonate platform facies models. The American Association of Petroleum Geologists. Bulletin, Vol. 69, N° 1, 1985. 20p.
12. HUANG T. WALTER. Petrología. Mexico, 1968. pp. 239-391.
13. HYMAN H. LIBBIE. The Invertebrates. Volumen VI. Mollusca I. New York, 1967. pp. 5-20.
14. Instituto Geográfico Militar. Atlas Geográfico del Ecuador. Banco Central del Ecuador, Guayaquil, 1985. 26p.
15. KENNERLEY J.B. Outline of the Geology of Ecuador. Institute of Geological Sciences, Londres, Francia, 1980. pp. 11-12.
16. KRUMBEIN W.C., SLOSS L. Estratigrafía y Sedimentación. Mexico, 1969. pp. 149-153.
17. LEON R.V., COBOS M.B. Determinación del Medio Ambiente de sedimentación de una arena del área de Rodador, zona Sur, a partir del análisis granulométrico. Revista del instituto Mexico del Petróleo. Subdirección de tecnología de exploración del IMP., Octubre, 1976. pp. 17-28.
18. MARKS J. GLENN. Miocene stratigraphy and Paleontology of southwestern Ecuador. Bulletin of American Paleontology. Vol 17. N° 63, 1951. pp. 278-313.

19. MILLS S.J. The stratigraphy of the tertiary rocks of souther Manabi and Guayas Provinces (excluding the Santa Elena Peninsula) with notes on Esmeraldas (Province-Ecuador). Anglo Ecuadorian Oilfields Report, **1967**. pp. **39-42**.
20. NAVARRETE C. EDISON. Estudio Estratigráfico de la Formación San Mateo en el corte Puerto Lopez-Salango. Tesis de Grado. Facultad de IGMP, ESPOL, Guayaquil, **1989**. pp. **110-150**.
21. OLSSON A. AXEL. Neogene Mollusks from northwester of Ecuador, New York, **1964**. **360p**.
22. POTTER P.E., PETTIJOHN F.J. Paleocurrents and Basin analysis. New York, **1977**. pp. **84-136**.
23. POMEROL CHARLES. Les variations du niveau marin. Laboratoire de geologie des bassins sedimentaires, Paris, Francia, **1982**. pp. **20**.
24. REINECK H., SINGH I. Depositional Sedimentary Enviroments. New York, **1980**. pp. **8-30**.
25. SIGAL JACQUES. Quelques acquisitions recentes concernent la chronostratigraphie de formations sedimentaires de Lequatour. Revista Española de Micropaleontología. Volumen **1**. N° **2**., **1969**. pp. **205-236**.
26. TERWINALT J.H., BREUSENS H. N. Experiments on the origin of the flaser, lenticular and sand-clay alternanting bedding. Journal of the International Association of Sedimentology. Vol **19**. pp. **85-98**.
27. WILLIAMS H., TURNER F., GILBERT CH. Petrografia. Centro Regional de ayuda teórica. Agencia Internacional para el desarrollo (AID) Mexico, **1968**. **430p**.