



Escuela Superior Politécnica del Litoral
Departamento de Ingeniería de Geología, Minas y Petróleo

Estudio Geológico del Campus Politécnico

TESIS DE GRADO
PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO

PRESENTADA POR
Gustavo Medina Posada

GUAYAQUIL - ECUADOR

1982

AGRADECIMIENTO

Este trabajo es esfuerzo y cooperación de muchas personas. A todos ellos mi reconocimiento.

DEDICATORIA

A mis padres

MANUEL Y SUSANA

con amor y gratitud

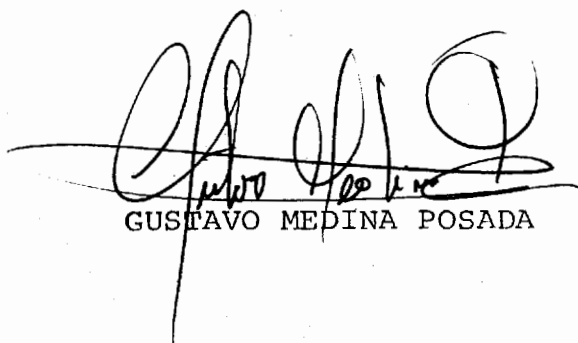
A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke at the bottom.

ING. ENRIQUE LUNA ALCIVAR
Director de Tesis

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).



GUSTAVO MEDINA POSADA

RESUMEN

El área del Campus Politécnico se encuentra al noroeste de la ciudad de Guayaquil, en la ladera septentrional - del Cerro Azul.

Las rocas ocurrentes son una acumulación volcano-sedimentario de origen marino perteneciente a la Fm. Cayo. Litológicamente se presenta con lutita, arenisca y aglomerado, siendo esta última la de mas amplia distribución en el área. Además esta no presenta elementos estructurales que la conviertan en una área geológicamente complicada.

El trabajo permitió realizar la columna litológica del área que corresponde a la parte mas superior de la Fm. Cayo.

Í N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objeto del estudio	2
1.2. Investigaciones previas	3
1.3. Metodología empleada	4
2. DESCRIPCION FISIOGRAFICA DEL AREA	8
3. MARCO GEOLOGICO REGIONAL	15
3.1. Geomorfología	16
3.2. Rocas Sedimentarias	19
3.3. Rocas Igneas	37
3.4. Estructuras	39
4. GEOLOGIA LOCAL	42
4.1. Geomorfología	74
4.2. Rocas Sedimentarias	75
4.2.1. Análisis Petrográfico	79
4.3. Rocas Igneas	92
4.3.1. Análisis Petrográfico	92
4.4. Estructuras	93
4.5. Hidrogeología	109
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111

6. ANEXOS

115

6.1. Fotos

117

6.2. Tablas

120

6.3. Mapas

7. BIBLIOGRAFIA

132

1. INTRODUCCION

A mediados de 1976 los directivos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) considerando la proyección del desarrollo de la Institución, iniciaron el estudio del espacio físico disponible hasta esa fecha, concluyéndose que se requería mayor espacio para atender sus necesidades futuras.

Se plantearon dos alternativas: mayores construcciones en el predio actual o su ubicación en otro predio más amplio, llegándose a la conclusión de que la segunda opción era la más conveniente para la Institución, para lo cual el 21 de diciembre de 1976, se adoptó la resolución de emprender la planificación y construcción de un campus en un lugar próximo a la ciudad en donde la ESPOL pueda desarrollar todas sus funciones y servicios a la sociedad como Institución de Educación Superior y conseguir los objetivos para los cuales fué creada.

El 10 de febrero de 1977 los Consejos Administrativo y Académico en sesión conjunta deciden solicitar al Gobierno Central que se declare de utilidad pública e interés social con fines de expropiación urgente, 690 hectáreas de la Hacienda La Prosperina situada al noroeste de Guayaquil, para la construcción del Campus Politécnico.

Se iniciaron inmediatamente las gestiones ante el Gobierno para lograr que se otorgue la anterior declaratoria, lo cual ocurre el 22 de junio del mismo año mediante el Decreto # 1557 del Consejo Supremo de Gobierno, realizándose definitivamente la compra el 3 de octubre de 1979.

La ESPOL por medio de su Unidad de Planificación, realizó a mediados de 1978 el estudio general del terreno desde el punto de vista de reconocimiento geológico y geotécnico, el mismo que fue preparado por profesores y estudiantes del Departamento Geología, Minas y Petróleos (IGMP).

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del estudio del terreno fué el de obtener una información detallada de las condiciones geológicas existentes en el área en la que se proyecta la construcción de los nuevos edificios de la ESPOL.

Posteriormente, se realizaron estudios adicionales para la preparación de la columna litológica de las unidades de rocas aflorantes de la Formación - Cayo en el área, para luego proceder a correlacionar esta porción con la columna de la Fm tipo de Cayo (en los actualmes momentos existen muchas controversias y no se cuenta con una columna litológica a detalla de la Fm. Cayo).

Se pretende proseguir en un futuro cercano con el estudio para obtener la columna de la Fm. Cayo en esta zona, para reconocer definitivamente sus contactos, así como su espesor y sus unidades litológicas distin tivas.

1.2. INVESTIGACIONES PREVIAS

Regionalmente existen informes geológicos que hablan de la Fm. Cayo preparados por: Walter Sauer, Roger Bristow, Servicio Nacional de Geología y Minería, Ase so ría T é c n i c a d e P e t r ó l e o d e l M i n i s t e r i o d e I n d u s t r i a s t r i a s T é c n i c a d e P e t r ó l e o d e l M i n i s t e r i o d e I n d u s t r i a s t r i a s Comercio, entre otros (Ver Bibliografía) los cuales fueron revisados y resumidos en el capítulo 3. nume ral 3.2.

Localmente a principios del año 1978 se presentó un informe preparado por profesores y estudiantes del De partamento de Ing. de Geología, Minas y Petróleos de la ESPOL, denominado "Informe Geológico del Predio la Prosperina" cuya finalidad era la de tener un primer reconocimiento de la distribución litológica en el á rea.

Existen además otros informes de reconocimiento geológico que no cubren la totalidad del área entre los cuales tenemos:

- "Esquema Base para el Acueducto de Santa Elena" realizado por la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas (CEDEGE) para el Acueducto de la Península.

- "Estudio Geológico Definitivo de la Vía Perimetral - Guayaquil" efectuado por el Ministerio de Obras Públicas (MOOPP) sobre el trazado de la carretera perimetral de Guayaquil.

1.3. METODOLOGIA EMPLEADA

El trabajo se inició con la recopilación de información disponible, la cual a pesar de ser muy limitada ha sido de mucha ayuda, contándose con:

- Mapa Topográfico en escala 1:5.000 proporcionado por la Unidad de Planificación. Este mapa ha sido obtenido mediante restituciones aerofotogramétricas elaborado por el Instituto Geográfico Militar (IGM) y no abarca la totalidad de los terrenos de propiedad de la ESPOL. El área del terreno que falta, corresponde al sector del límite oeste. Este mapa sirvió como mapa base.
- Fotografías aéreas en escala aproximada de 1:60.000, del IGM. Se hizo un reconocimiento fotogeológico u-

tilizando las fotografías # 5217, 5218 y 5170, 5171 de la línea de vuelo R-26.

Con ambas informaciones se realizó el "estudio de campo", esto es, descripciones litológicas, mediciones geológicas, muestreo geológico, etc. el mismo que se llevó a cabo los meses de agosto y septiembre de 1979. Sobre el mapa topográfico se hicieron cuadrículas de 600 m. por 500 m. que representan trochas o picas, con las cuales se dividió el terreno. Estas son paralelas cada 600 m. al lindero sur y cada 500 m. al lindero este.

La exploración de las cuadrículas permitió el estudio sistemático y ordenado de las características de interés geológico del lugar mediante el levantamiento y mapeo de quebradas. Los datos obtenidos se anotaban en hojas (ver anexo, pág.116), en las cuales se mencionaban las clases de rocas, sus propiedades, y las discontinuidades; adicionalmente, se consideraban las características del suelo entre otras.

Para la preparación de la columna litológica se realizó un nuevo estudio en detalle del área y se tuvo que efectuar levantamientos topográficos y geológicos de las quebradas utilizando brújula y cinta. Estos levanta

tamientos se efectuaron a lo largo de cinco quebradas donde se presentaban los mejores afloramientos, en los cuales se diferenciaban las unidades de rocas presentes en el área, sus relaciones estratigráficas y los espesores de cada una de ellas.

Durante las salidas de campo se recogieron muestras con la finalidad de realizar láminas delgadas para el estudio y conocer mejor las unidades de rocas.

Realizando el "estudio de campo" se procesaron las informaciones obtenidas.

Con los datos de rumbo y buzamiento se prepararon diferentes gráficos para tener una representación de la distribución y tendencia de los estratos en el campo.

Además, se elaboraron mapas, ilustraciones, secciones y gráficos adicionales, que sirvieron para un mayor entendimiento geológico del área tales como: el mapa geológico regional, ubicación del campus, columnas estratigráficas, gráficos meteorológicos, diagramas de polo para diaclasas, etc.

Con la distinción de las unidades de rocas se hizo el mapa geológico del área a escala 1:5.000 (Mapa # 1).

En cada quebrada se prepararon columnas que eran medidas y analizadas para que cada una de ellas puedan correlacionar por continuidad lateral de tal manera que se obtenga un columna litológica total representativa del área.

Analizando la sección medida se han distinguido tres zonas litológicas diferentes, las cuales fueron definidas basándose en los espesores de las capas de cada unidad presente en las asociaciones de rocas que se puedan realizar y en los dominios de cualquier tipo de roca que pueda presentarse en el terreno.

2. DESCRIPCION FISIOGRAFICA DEL AREA

El área del "Campus Politécnico" se encuentra dentro de los terrenos de la hacienda "La Prosperina" ubicada al noroeste de Guayaquil, cuyas coordenadas son: 139611 - 178627 vértices sur y 132627-171643 vértices norte, Hoja topográfica de Pascuales N^o CT-N V-A1, 3687 IV. (Fig. 1).

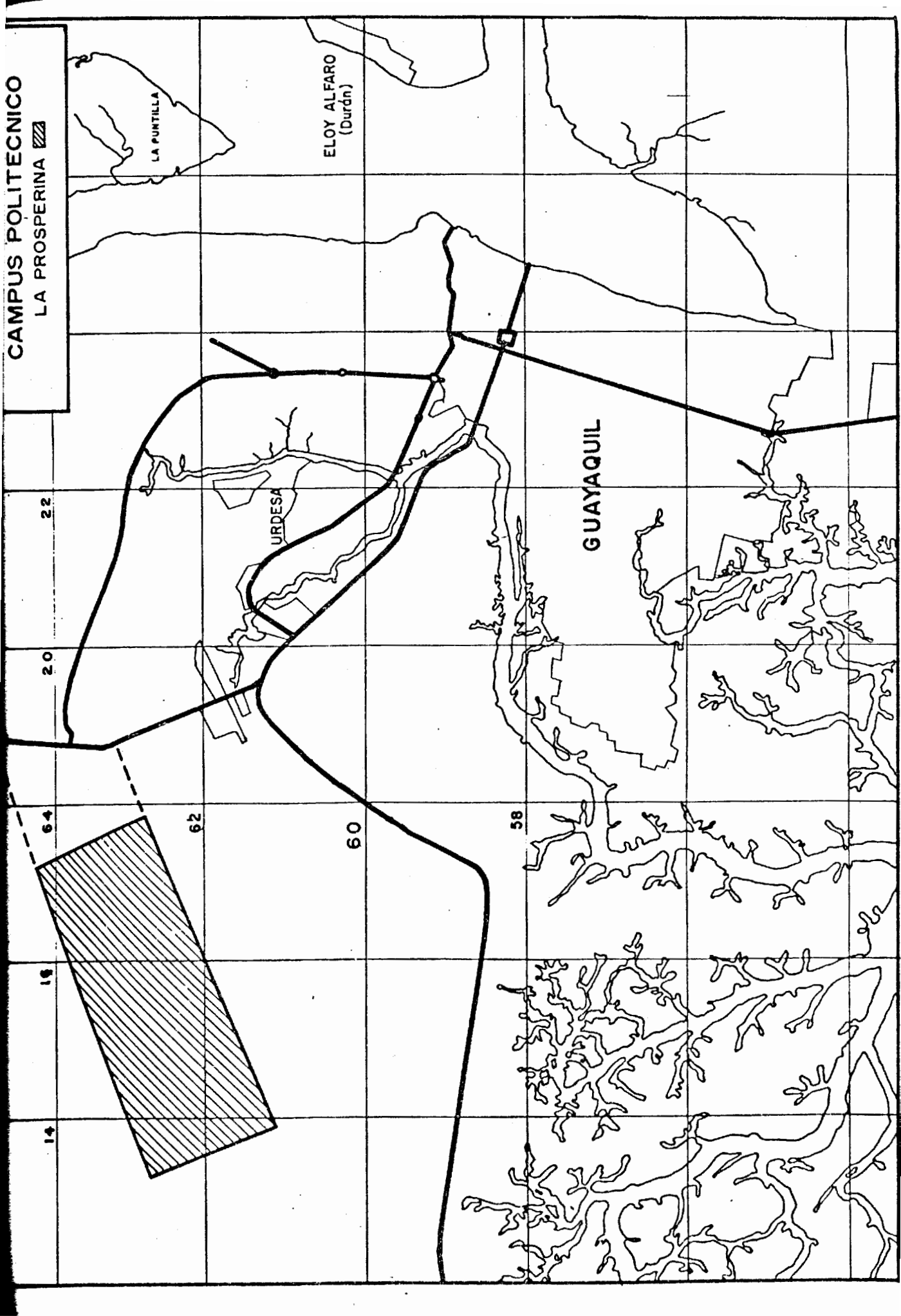
Las principales vías de acceso son:

- Carretera Guayaquil-Daule, que a la altura del kilómetro 6,5 es intersectada por una vía lastrada con dirección noroeste que llega al lindero este.
- Carretera Guayaquil-Salinas a la altura de la urbanización Colina de los Ceibos. La cual colinda con los terrenos de la ESPOL en su parte sur.

Dentro del predio existen caminos lastrados que cruzan el área en toda dirección. En términos generales, considerando lo anterior, la accesibilidad al campus es buena y en el futuro mejoraría, puesto que la autopista perimetral que está considerada dentro de los planes de expansión de la ciudad, pasaría por el lindero este.

En la zona existen dos estaciones climáticas perfectamente definidas:

CAMPUS POLITECNICO
LA PROSPERINA



LA PUNTILLA

ELOY ALFARO
(Durán)

URDESA

GUAYAQUIL

22

20

64

16

14

62

60

58

- La lluviosa, caracterizada por precipitaciones abundantes y altas temperaturas en los meses de enero - abril.
- La seca, que comprende desde mayo a diciembre que se conoce como verano, con precipitaciones muy escasas y clima templado.

Según los datos proporcionados por la estación meteorológica del Instituto Oceanográfico de la Armada (IMOCAR), Guayaquil registra sus niveles más altos de temperatura, humedad relativa y precipitación entre los meses de enero-abril.

Los promedios anuales son: 26'2°C de temperatura, 77% de humedad y 660 mm. de precipitación.

Con los datos meteorológicos obtenidos se han graficado curvas de los promedios mensuales en un período de veinte años (1960-1979). Para los parámetros de temperatura, humedad relativa y precipitación. (Fig. 2.3.4).

Otras características que presenta el campus son:

- Proporción de terreno con pendientes fuertes que alcanzan aproximadamente una cuarta parte de la superficie total y corresponden al sector oeste del área.

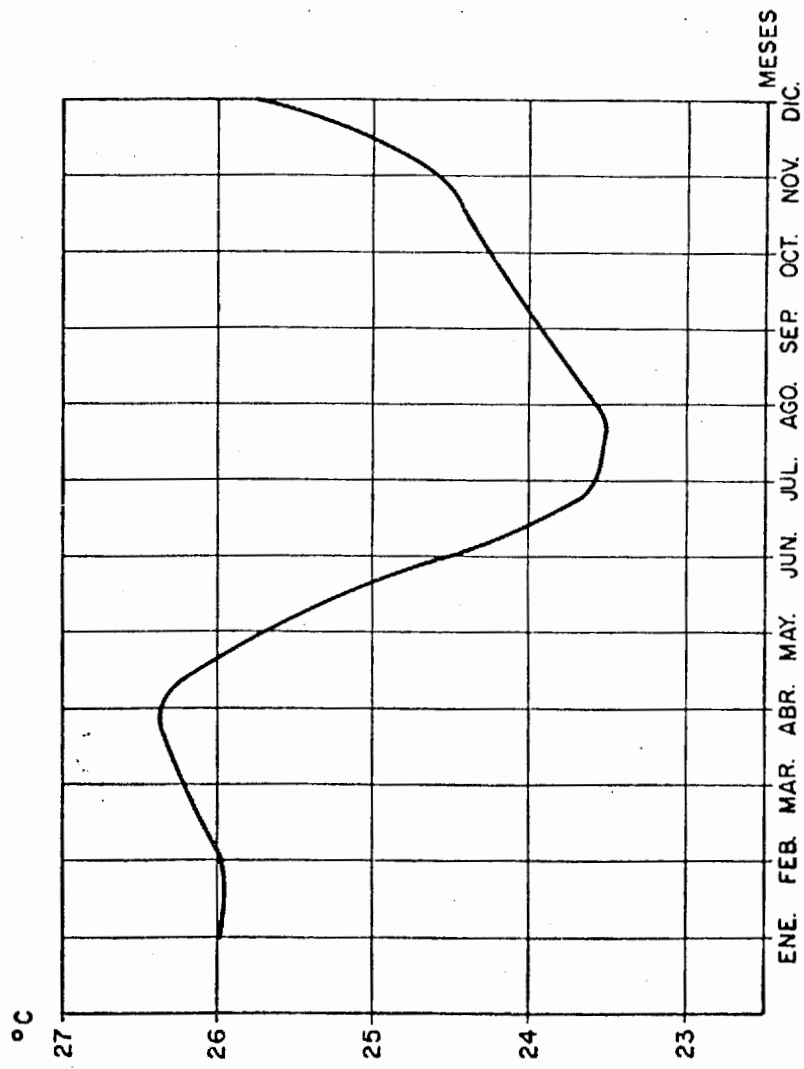
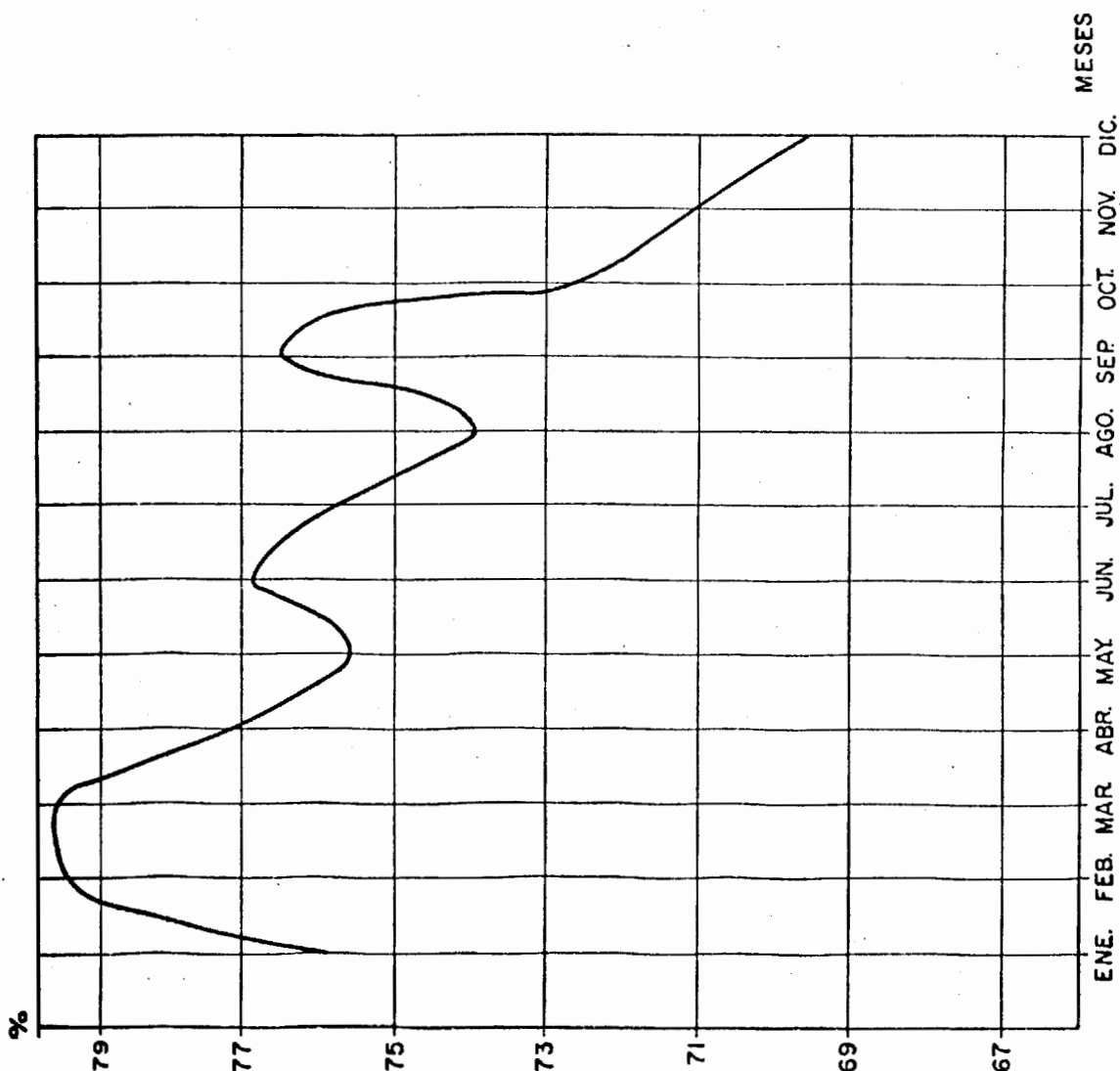


FIGURA 2

TEMPERATURA
 PROMEDIOS MENSUALES DEL
 PERIODO 1960 - 1979

NOTA : Datos proporcionados por I.N.O.C.A.R.



MESES

ENE. FEB. MAR. ABR. MAY. JUN. JUL. AGO. SEP. OCT. NOV. DIC.

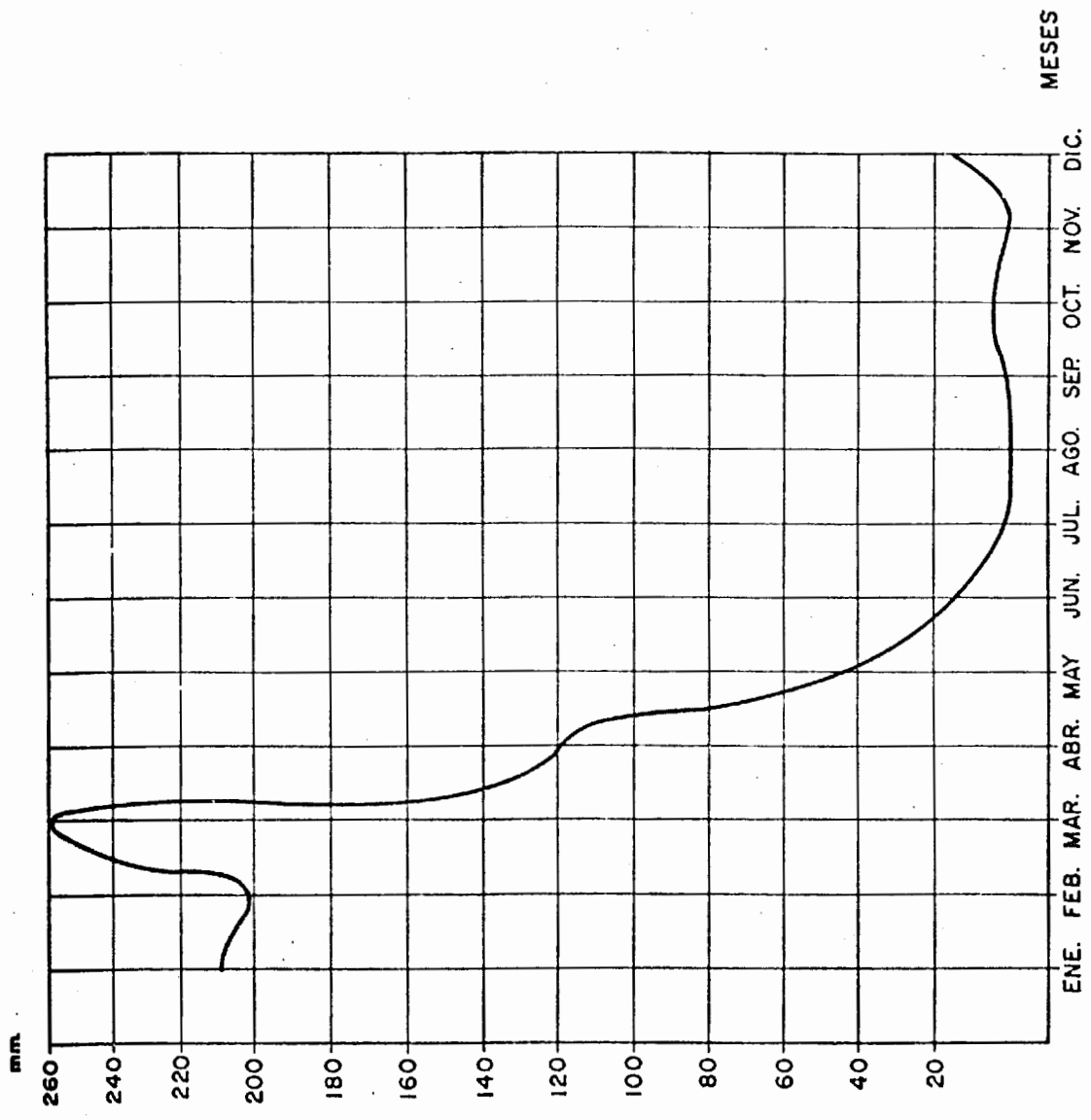
FIGURA 3

HUMEDAD RELATIVA
PROMEDIOS MENSUALES DEL
PERIODO 1960 - 1979

NOTA: Datos proporcionados por I.N.O.C.A.R.

FIGURA 4

PRECIPITACIONES
PROMEDIOS MENSUALES DEL
PERIODO 1960 - 1979



NOTA: Datos proporcionados por I.N.O.C.A.R.

- Muy pocas extensiones relativamente planas y suficientemente grandes.
- Cauces naturales de agua perfectamente definidos, - con flujo de agua lluvia predominante hacia el norte, siguiendo cuatro cauces principales.
- Superficie cubierta por vegetación que se la podría calificar como "permanente" ya que prevalece aún en la época no lluviosa. Según el atlas de IGMP la vegetación es típica de zona de sabana y está representada en esta área por ceibos; pechiches, guayacanes, etc.

3. MARCO GEOLOGICO REGIONAL

Considerando que el área, motivo de esta tesis, se encuentra estrechamente vinculada a la historia geológica y tectónica de la Península de Santa Elena, así como de esta - Cordillera de Chongón-Colonche, se hará una breve descripción de las mismas.

La roca más antigua aflorante en la región son las del Cretáceo con el "Complejo Igneo" denominado Fm. Piñón, que constituye el basamento. La sedimentación marina se establece durante el Cretáceo Superior (Fm. Cayo) y continúa - hasta el fin del Cretáceo (Miembro Guayaquil, Maestrichtiano).

En el Eoceno Medio se inicia una transgresión marina sobre las provincias costeras y se depositaron las calizas arrecifales de la Fm. San Eduardo.

En el Oligoceno se forma la Cuenca Progreso donde se acumulan sedimentos hasta el Plioceno, depósitos marinos y material detrítico volcánico.

El mayor elemento estructural lo constituye el movimiento monoclinal de la Cordillera de Chongón-Colonche que produce una fuerte compresión del noreste debido a la tendencia

de deslizamiento de los sedimentos, lo cual a lo largo causó el fallamiento y plegamiento de la Cuenca Progreso.

En el Plioceno-Cuaternario, al mismo tiempo que la cadena se levantaba quizás por el fenómeno de compensación isotático, la zona baja situada al oeste de los Andes se profundizaba y se rellenaba de aluviones cuaternarios (Fig. 5 y 6).

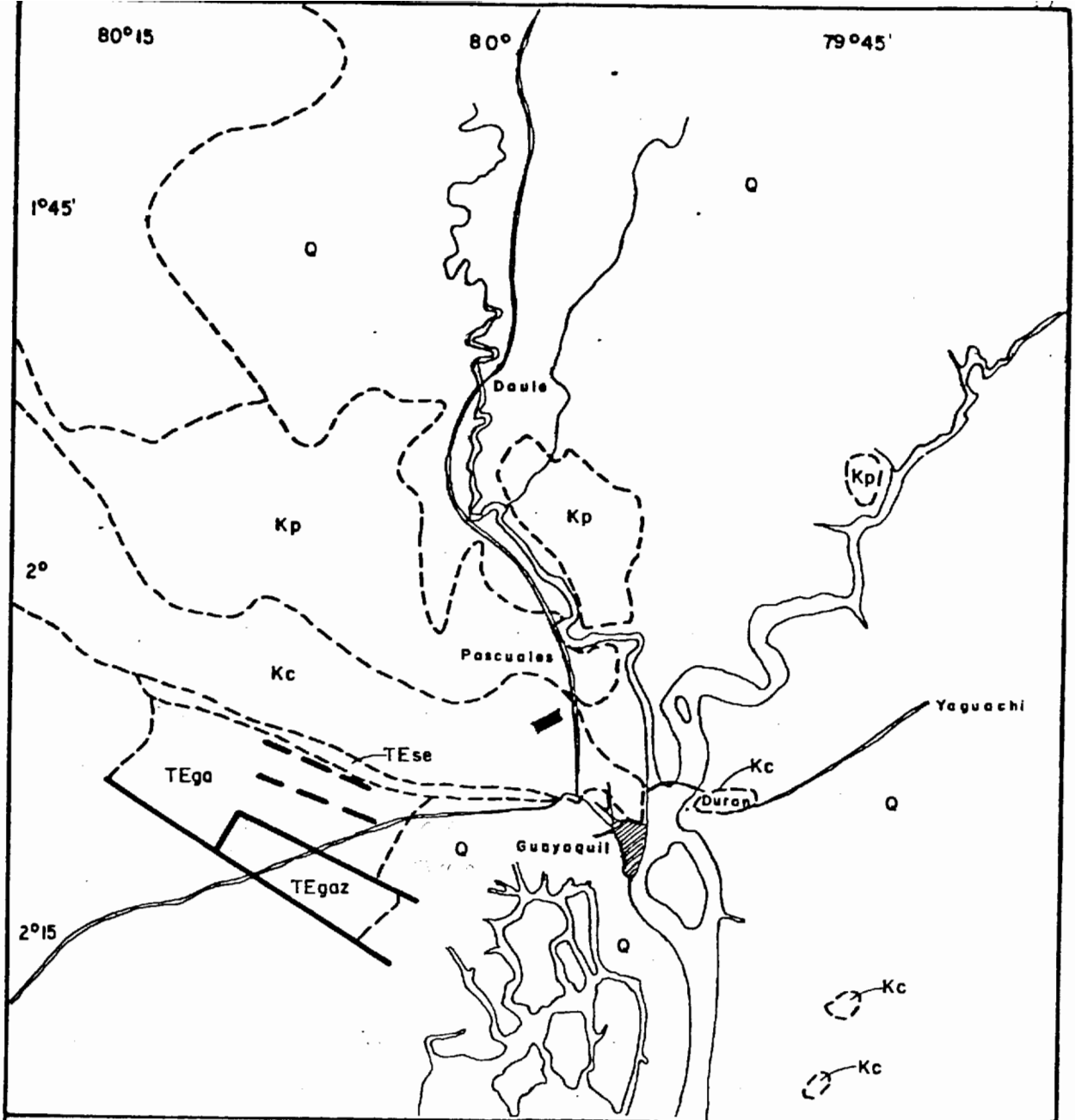
3.1. GEOMORFOLOGIA

En el marco regional los rasgos geomorfológicos característicos entre otros son: La Cordillera Chongón-Colonche, Elevaciones Medias de Pascuales y Planicie del Guayas. (Por su proximidad al área de estudio se lo consideran de interés).

- La Cordillera Chongón-Colonche.- Esta cordillera se compone de una serie de colinas, cuya elevación media es de unos 700 m. con orientación NO-SE.

La cresta de la cordillera forma la divisoria de las aguas que fluyen a la Cuenca del Guayas y de las que desembocan en el Océano Pacífico hacia el Sur-Oeste.

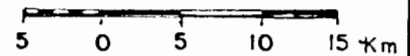
La topografía es muy accidentada, los valles son jóvenes y en forma de V.



LEYENDA

- | | | |
|---|-----------------|---------------|
| Q | Aluvial |] CUATERNARIO |
| TEga | Grupo Ancón | |
| TEgaz | Grupo Azúcar |] TERCARIO |
| TEma? | Fm. Las Masas | |
| TEse | Fm. San Eduardo | |
| Kc | Fm. Cayo |] CRETACEO |
| Kp | Complejo Piñón | |

ESCALA GRAFICA



SIMBOLOGIA

- Contáctos Geológicos
- Falla: Comprobada, Probable
- CAMPUS POLITECNICO

FIGURA 5

MAPA GEOLOGICO REGIONAL

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

ERA	SISTEMA	SERIE	ETAPA	LITOLOGIA	DEFINICION	POTENCIA		
CENOZOICO	CUATER	HOLOGENO	FLANDRIA NO		DEPOSITO ALUVIAL	20 a		
					DEPOSITO COLUVIAL	30 m.		
		PLEISTOCENO				formacion TABLAZO	70 m	
		NEOGENO	MIOCENO	SUP	SARMA TIANO		formacion PROGRESO	2700 m
				MED	VINDO BONION			
				INF	BURDIGALIA AQUITANIAN			
			OLIGOCENO	SUP	TATIANO	miembro ZACACHUN	SUBIBAJA	550 m
				MED	ESTAMPIA	miembro SAIBA		
				INF	SANOLSIA NO		formacion TOSAGUA	2400 m
			miembro VILLINGOTA	DOS BOCAS				
			miembro LAS CANAS					
	TERCIARIO	PALEOGENO	EOCENO	SUP	PRIABONIA	ARENISCA PUNTA ANCON LUTITA SECA	SEGA	1000 m
				MED	LUTETIANO	CLEY PEBBLE BEDS SANTO TOMAS	SOCORRO	
				INF	YPRESTIANO		formacion SAN EDUARDO	
			PALEOGENO	LADENIANO	ESTANCIA	GRUPO AZUCAR	3000 m	
				MONTIANO				
		MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICH		GUAYAQUIL CHERT	2800 m
					COMPON			
					SANTON			
CONIAC								
TURONIA								
TARDIO	CENOMA	subform. CALENTURA						
JUR	SUPERIOR	TEMPRANO	TITONIANO		COMPLEJO PINON	2000 m		

FUENTE: TESIS DE M. URIA

- Las Elevaciones Medias de Pascuales.- Se desarrollan al nor-este del área, sin un alineamiento preferencial, donde la altura máxima alcanzada es de 120 m. en el Cerro Totoral.

En general, se trata de un relieve suave donde se presentan elevaciones con morfología abrupta a muy abrupta y que están relacionadas a diferentes litologías.

- Planicie del Guayas.- Esta planicie se caracteriza por tierras de topografía muy plana relativamente próximas al nivel del mar, interrumpidas ocasionalmente por pequeñas elevaciones como las de Samborondón, Pascuales, Masvale, Punta de Piedra.

Además, el suelo es de alta impermeabilidad (arcilloso) y tiene un sistema natural de drenaje fluvial conformado por un sinnúmero de esteros que se unen y ramifican entre sí.

Estas características, en un momento determinado, pueden definirla como una planicie de inundación.

3.2. ROCAS SEDIMENTARIAS

La formación sedimentaria más antigua que descansa sobre la Formación Piñón (Basamento) es la Fm. Cayo, y debido a que el área del Campus Politécnico se encuentra

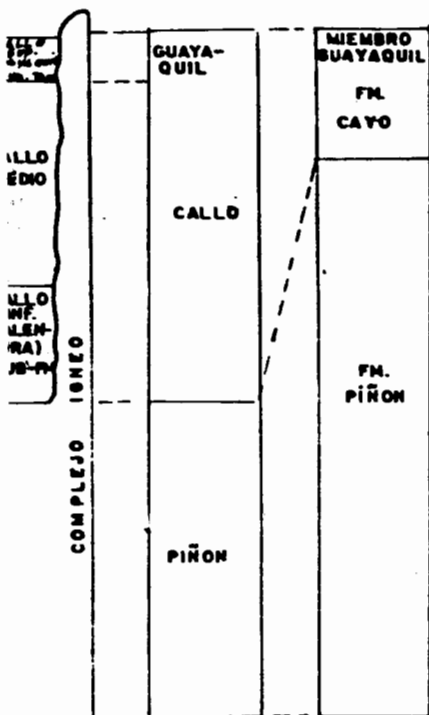
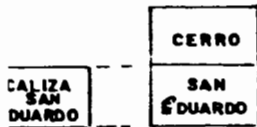
sobre esta formación, se resumen algunas definiciones. A continuación, además se presenta el gráfico (fig. 7) de la columna estratigráfica del Cretáceo y parte del Eoceno de la costa, según diferentes autores.

3.2.1. Formación Cayo

Tomado del Léxico Estratigráfico Internacional, Fascículo V, por R. Hoffstetter, 1977.

"Se trata de una serie potente (hasta 3.000 m.) de sedimentos duros y resistentes a la erosión. Comprende pizarras arcillosas y tobáceas muy si licificadas de color verde oscuro a gris verdusco (verde pálido a gris ceniciento en exposici ciones); areniscas bastas, arenosas, tobáceas hasta conglomeráticas de color pardo a negro, grauvacas y brechas finas de material volcánico. Las brechas predominan en la base de la secuencia (véase la explicación breve de la Hoja de Pedro Carbo, 1975). En la zona S de Pedro Carbo, las capas basales han sido llamadas Miembro Calentura por los geólogos de la I.E.P.C. (Thalman, 1946a) pero no han sido separadas en los mapas. El autor piensa que hay poca razón

ROSSENS 1:1,000,000 BRISTOW
 1968) MAPA GEOLOGICO (1976)
 (1969)



COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS DEL CRETACEO Y PARTE DEL EOCENO DE LA COSTA SEGUN DIFERENTES AUTORES

FIGURA N° 7

para continuar con el nombre Calentura para un miembro basal de la Fm. Cayo (Bristow, 1975b)".

Tomado del Guidebook to the Geology of the Santa Elena Peninsula Ecuadorian Geological and Geophysical Society, 1970.

"Considera las rocas pre-terciarias de la Cordillera Chongón-Colonche como "basamento" con las siguientes definiciones:

1. Cherts de Guayaquil. Cretáceo Superior. Lodolitas silíceas, areniscas y piroclásticos.
2. Cayo. Cretáceo o posiblemente más antiguo. Areniscas, arcillitas, conglomerados, cherts, tobas y aglomerados. Los sedimentos están altamente silicificados y contienen pizarras verde oscuras a gris verdosas.
3. Volcánicos de Piñón. Tobas y lavas basálticas.

El "basamento" está constituido por facies geosinclinales.

El contacto con las rocas terciarias es discon-

forme.

El mapa geológico se refiere al extremo SW de la Península de Santa Elena. Escala 1:200.000".

Tomado del Informe Técnico N° 6, Mineral de Hierro y Baritina, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 1969.

Cretáceo Superior

"Esta serie está representada en el área por la Formación Cayo (Hoffstetter, 1956), la cual recubre al Complejo Igneo Básico. En la parte más baja de la Formación Callo se hallan margas are nosas, arcillas, tobas areniscas y, localmente, conglomerado basal cuando el contacto de la for mación con el basamento no ha sido fallado.

La parte media de la Formación Callo está compuesta principalmente de materiales piroclásticos intercalados con una arcilla glauconítica verde y arena arcillosa café. Esta parte de la Formación Callo está cortada por vetas de cuarzo jaspeado, cuarzo agatizado y jaspe. La parte superior de la formación conocida previamente - como Formación Guayaquil, o "Guayaquil Chert"

(Hoffstetter, 1956, pág. 66) está compuesta principalmente de lutitas completamente silicificadas. El espesor de la Formación Callo ha sido estimado por otros investigadores (Sauer, 1956), en aproximadamente, 3.000 m."

Tomado del Informe Geológico Preliminar sobre las posibilidades petrolíferas de las Cuencas Sedimentarias del Ecuador, 1966.

Servicio Nacional de Geología y Minería, Asesoría Técnica de Petroleos del Ministerio de Industrias y Comercio.

"Formación Callo o Cayo (localmente Cerro).

En la zona norte, ese nombre designa una serie de arcillas silicificadas con aspecto encintado y de color verde pálido a gris cenizo, llegando a formar cherts. Las intercalaciones de bentonita - que se encuentran en toda la serie pueden desarrollarse hacia el techo de las arcillas silicificadas dando aglomeraciones de una cierta importancia como se observa sobre la costa del Pacífico a 4 km. al norte de Jama.

Hoffstetter (F. 11 p. 29) nota la presencia de Radiolarios en la parte inferior de Callo.

En la parte superior de Callo, en la Cordillera de Colonche que constituye el principal afloramiento, Thalman cita un conjunto de Foraminíferos que "Indican sin duda una edad senoniana" (Hofstetter p. 26). El espesor de la Formación Callo alcanzaría, según los autores, 3.000 - 3.300 m. en la Cordillera de Colonche; se reduce a más o menos 150 m. en la Provincia de Manabí. En la Provincia de Esmeraldas, en el río Verde, a 0.5 Km. al Norte de Businga, hemos observado arcillas silicificadas y cherts fuertemente tectonizados en un espesor de varias decenas de metros.

En el litoral, la Formación Callo acompaña siempre al Piñón. Esta asociación puede ser observada, por ejemplo, 4 Km. al Norte de Jama, en la costa del Pacífico poco antes de Los Camarones, en los cerros de Manabí, en la carretera entre Jipijapa y Puerto Callo, en el "Estero Piñón" (4 Km S. SO de Pila) etc."

Tomado del Esquema Geológico de los Andes Ecuatorianos, B. Faucher y E. Savoyat, 1973.

"Cretáceo Superior.- En toda la zona costera e-

cuatoriana, el Cretáceo Superior reposa sobre el Complejo Piñón y corresponde a la Formación Cayo (aflora típicamente en Puerto Cayo al Oeste de Jipijapa), aflora principalmente a lo largo de la vertiente SO de toda la Cordillera de Chorgón-Colonche y en los horsts de Jama. Se compone de una potente serie volcano detrítica característica del dominio occidental de los Andes del Ecuador.

Un corte estratigráfico realizado cerca de Guayaquil presenta la sucesión siguiente:

- En la base, el Miembro Calentura calcáreo reposa sobre la Fm. Piñón y presenta una microfau-na del Cenomaniense Sup.-Turoniense.
- A continuación una alternancia de capas decimétricas de arcillas grises, compactas, de arcillas verdes silicificadas con radilarios y principalmente, de potentes estratos de microbrechas y aglomerados de elementos de rocas volcánicas pasando a conglomerados (espesor de 1.000 a 2.000 m). Esta alternancia constituye la Fm. Cayo sensu-estricto. Las intercalaciones de rocas volcánicas, (basaltos y rocas asociadas) -

consideradas dentro de la Fm. Piñón, son abundantes.

- En el techo un conjunto de arcillas bien silicificadas conocidas con el nombre de "Chert de Guayaquil" con espesores de 450 m.)".

Tomado del Reporte Geológico de la Costa Ecuatoriana, Asesoría Técnica de Petróleo del Ministerio de Industrias y Comercio, 1966.

"Formación Callo.- Yace sobre el Piñón, una serie amplia de estratificaciones delgadas a gruesas y conjuntos masivos y areniscas, arcillitas, conglomerados, horstemos, tobas y aglomerados volcánicos los cuales han tomado el nombre de la Fm. Callo. Por la localidad tipo situada cerca de Callo (o Cayo), Manabí, estos sedimentos resistentes están altamente silicificados y contienen una gran cantidad de pizarras tobaceas de un verde oscuro a verdoso-gris.

El miembro basal de la Fm. Callo, cerca de Guayaquil, es llamado Caliza Calentura (piedra calcárea), la cual ha sido reconocida solamente por su situación y consiste de una estratificación

delgada de gris obscuro a negro, dura, de lutita calcárea y de color habano a café, localmente ahuecada, y parte de caliza silicosa, Está esparcida de foraminíferos y contiene algo de radiolarias.

Los conglomerados y areniscas de Callo contienen desde grandes cantos rodados (hasta 120 cm. de diámetro) hasta granos muy finos de areniscas. Los conglomerados se encuentran usualmente en la tercera capa baja de la formación y está compuesta por cerca del 90 por ciento de material básico ígneo. Esta serie es frecuentemente con fundida con aglomerados volcánicos, los cuales son también encontrados en las porciones bajas de la serie.

Las areniscas son en su mayor parte cuarzosas, pero tienen significativas cantidades de calcita, feldespatos, magnetita y anfíbol. Al norte de Guayaquil la arena es feldespática. Las areniscas de Callo son normalmente café a verdoso obscuro-gris y están clasificadas como grauvacas y subgrauvaca. Sin embargo, una pequeña cantidad de petróleo es producido por estas are-

nas, son buenos lechos de reservorios pero no se encuentran en gran cantidad por estar cimentadas con sílica. Las arenas llegan a ser estratos del gados y más altos en la sección.

La arcillita de Callo es de color habano a oliva, negro y generalmente tiene un tinte verdoso y se en cuentra en estratos de cerca de 60 cm. de espesor. Las arcillitas son duras a muy duras, localmente silicosas y horstenosas y usualmente se quiebran con una fractura conchoidal.

La mayoría de los horstenos se encuentran en la mitad de la parte alta de la formación. Cambia su color, pero usualmente son de un gris obscuro a verdoso-gris y negro y son sobre todo bien estratificados, con variaciones en su espesor de unos pocos centímetros hasta cerca de 60 cm. Los horstenos se gradúan desde arcillita silicosa a lutita a lutita horstenosas o puros horstenos. La can tidad de horstenos aumenta hacia el tope de la sec ción hasta que finalmente domina como la Formación Guayaquil, Las tobas aparecen a través de la Callo, pero varían sustancialmente desde el fon do hasta el tope. Cerca de la base de la uni dad, ellas son duras a muy duras, silicosas y normalmente verdosas a azuladas-gris, en cualquier

parte de la porción alta ellas tienen suavidad mediana a mediana dureza, usualmente calcáreas y generalmente blancas. Las tobas aparecen como unas delgadas cintas separando estratos de horstenos de estratos masivos de cerca de 6 m. de espesor.

Como se indicó arriba, los aglomerados volcánicos se encuentran usualmente en la parte baja de las seires y se confunden algunas veces con los conglomerados. Localmente los aglomerados son de un espesor de cerca de 125 metros y casi siempre de un color verde a verdoso-gris y negro y compuesto de basalto de tamaño de canto rodado y relacionado con fragmentos de tipo de roca ígnea y cristales con asociación angular de lapilli eyecto. La matriz varía de vídriosa a cristalina.

La formación Callo aparece cerca de Guayaquil y se extiende hacia el nor-oeste a lo largo de la Cordillera de Chongón-Colonche hacia la Provincia de Manabí. Las rocas cretácicas también se encuentran en el área de Esmeraldas e incluyen una parte de la Callo, se presentan además algunas areniscas y lechos tobáceos.

Sin embargo, como éstas son generalmente de origen volcánico, han sido incluidas en la Fm. Piñón.

No se han encontrado secciones sin falla en la Callo, por lo tanto su espesor es incierto. En la sección tipo de Callo (Cayo) sobre la Costa del Pacífico presentan una potencia sobre los 3.000 m., probablemente. En los montes de Colonche, cerca de 2600 metros han sido asignados para la Callo y al Norte de Guayaquil por lo menos 1.400 metros están presentes.

El nivel superior de la Callo, gradacionalmente, está dentro de la Formación Guayaquil. El contacto más bajo con la Piñón varía de gradual hasta discordancia angular. El contacto es frecuentemente fallado".

Tomado del Cretaceous and Paleogene Geologic History of Coastal Ecuador, Tomas Feininger, Roger Bristow, 1980.

La Formación Piñón está infrayaciendo ampliamente a una gruesa secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias que constituyen la Formación Cayo

(Bristow, 1975). La Cayo está particularmente bien expuesta en los cerros de Chongón-Colonche.

Pequeños afloramientos en la Península de Santa Elena son olistolitos. La Formación Cayo, es de un grosor de por lo menos 3.000 m. en el sur y se adelgaza progresivamente hacia el norte.

La base de la Formación Cayo está compuesta de brechas volcánicas de composición básica a intermedia, y la parte inferior total de la formación está dominada por arenisca verde tobácea y wacka. Más alto en la sección, la Cayo es menos volcánica y las argilitas o chert son los tipos de rocas prevalecientes en la parte superior de la formación.

La edad de la formación Cayo es probablemente Senoniana (Campanian?) a Maestrichtiana (Bristow, 1975).

Tomado de la Edad de la Formación Cayo, Ecuador, C. Roger Bristow, .

"Extracto. La edad de la Formación Cayo ha sido considerada generalmente variando de Cenoma

niano hasta la parte superior del Senoniano. La edad cenománica ha sido dada al Miembro Calentura en su localidad tipo donde es de posición estratigráfica desconocida. La evidencia faúnica para la edad de este miembro está revisada y se demuestra que su afinidad es mas para el Senoniano. Se confirma por edades radiométricas.

Porque el Miembro Calentura no es una unidad litoestratigráfica o fáunica diagnosticada se discontinua en la nomenclatura ecuatoriana. Las argilitas silicificadas maestricianas al tope de la secuencia cretácica, generalmente conocidas como la Formación Guayaquil, se consideran como el producto de silicificación secundaria - que afecta niveles diferentes, están relegados al estado de miembro al tope de la Formación Cayo...".

En resumen, las evidencias paleontológicas demuestran que no puede asignarse una edad cenomniana a la base de la Formación Cayo. Hay una pequeña evidencia de que es turoniana, aunque vale más suponer que sea senoniana como lo es la mayoría de la Formación, la cual en su parte superior, se clasifica dentro del Maestriciano.

El nivel superior (Miembro Guayaquil) es ciertamente maestrichtiano, con una vaga indicación de edad daniana.

Las edades radiométricas obtenidas recientemente por Snelling, 1970 (en: Goosens y Rose, 1973) sobre el nivel superior de la Formación Piñón, cerca de su contacto transicional con la Formación Cayo, en la provincia de Manabí, corroboran las edades paleontológicas. Las edades más antiguas fueron obtenidas cerca de la Sequita (104 y 110 millones de años - Cenomaniano); en Cabo San Lorenzo se encontró una edad coniaciana?, de 85 millones de años, mientras que en Membrillal, el análisis de rocas da de 72 a 74 millones de años (Santoniano?).

Por lo tanto, la base de la suprayacente Formación Cayo no puede ser más antigua que el Senoniano, y bien podría ser campaniana (Senoniano - Superior)".

Tomado del Esquema Geológico de los Andes Ecuatorianos por B. Faucher y E. Savoyat, 1973.

"La Formación Cayo de la Sierra la hemos llamado así por ser probablemente el equivalente de la

Cayo de la zona costera. La hemos separado del Complejo Diabasa-porfirítico dentro de la cual ha sido considerada anteriormente, lo cual permite comprender de una mejor manera el paralelismo con la zona costera.

Es una formación detrítica marina, con facies predominantemente volcano-detrítico. Está formada por alternancia de arcillas verdes silicificadas, de aglomerados o microbrechas con elemento de rocas volcánicas básicas del tipo Piñón y hasta de conglomerados. La facie es ligeramente diferente de la formación Cayo de la costa en el sentido en que los elementos de las microbrechas son de dimensiones más reducidas y que las lutitas silicificadas son proporcionalmente más importantes".

3.2.2. Formación San Eduardo

Su litología es calcarenita turbidítica hasta calcirudita, bien estratificada. Los componentes consisten en granos de arrecife angulares o redondeados principalmente de algas, a veces también ocurren, guijarros removidos de calcirutitas y de chert. Hacia el tope del ciclo turbidí

tico las calcarenitas son más finas y pasan a calcilulitas. El color varía entre crema, habano y amarillo.

3.2.3. Formación de las Masas

Su litología consiste en lodolitas medias duras, estratificadas, verdes, amarillas, localmente calcáreas. Hacia arriba vienen lutitas.

3.2.4. Grupo Azúcar

Está constituido por tres unidades fundamentales que son: Formación Estancia (inferior), Formación Chanduy (intermedia) y Formación Engabao (superior). Las unidades inferior y superior tienen una composición litológica muy semejante, pues básicamente están constituidas por una alternancia de areniscas gruesas, medias y finas con lentes de conglomerados.

La unidad intermedia consiste sobre todo de conglomerados, arenisca cuarzoza muy gruesa y estratos delgados de arena.

3.2.5. Grupo Ancón

Mientras unos autores dividen el grupo en dos Formaciones: Socorro y Seca, otros lo hacen en tres

(Clay Pebble Beds, Socorro y Seca).

El grupo está constituido por interestratificaciones de areniscas, arcillitas, limolitas y lutitas que varían de color azul a plomo. Es frecuente encontrar turbiditas y vetillas de yeso. Los sedimentos están afectados por tectonismos intensos.

3.2.6. Cuaternario

Los terrenos aluviales en forma general, se los ubica en la Cuenca del Río Guayas que se caracteriza por tierras de topografía muy plana, relativamente próximas al nivel del mar y por suelos de textura pesada con alta impermeabilidad.

Los materiales aluviales comprenden extensos depósitos no consolidados constituidos por conglomerados sin compactación, arenas, limos, arcillas y cenizas removidas.

3.3. ROCAS IGNEAS

La columna estratigráfica regional, en su base en la zona costera, está constituida por la Fm. Piñón que debería denominarse más generalmente como un Complejo Igneo Básico.

3.3.1. Formación Piñón

Primera publicación Tschopp (H.J.) 1948 Geologisch Skizze von Ekuador. Autores Geólogos de la IEPC en informes no publicados; c.f. Lande (R.W.) 1947 b; Williams 1947 (Concesión Ecuapetrol Manabí).

Localidad Tipo.- El nombre está formado del Río Piñón que cruza aproximadamente tres kilómetros de afloramiento a 20 Km. de Jipijapa.

Litología.- Compuesta en su mayoría de rocas extrusivas tipo basalto o andesita basáltica. En la localidad tipo consiste de piroclásticos no estratificados con lavas porfiríticas, brechas y aglomerados de tipo basáltico interestratificados. A veces se ven las estructuras "almohadillas" en los basaltos, aglomerados ocurren en cantidad menor así como argilitas tobáceas, limolitas y areniscas en capas delgadas.

Relaciones Estratigráficas.- La base no se conoce. La Fm. Cayo descansa concordantemente y con contacto transicional sobre la Fm. Piñón.

¿Podemos hablar de series ofiolíticas para el conjunto de serie Piñón? Se han reconocido 4 facies que definen un conjunto ofiolítico ideal (Penrose Field, Conferencia 1972), es decir: peridotita, grabbos, bajo forma de banda, cumu la magmática, diabasa, pillow lava;

En uno de los cortes por lo menos el del Río San Juan, tres de ellos, se presentan en el or den clásico teniendo en cuenta la extensión de estas formaciones a escala de cordillera y de su ubicación pacífica, la hipótesis, la mas ra zonable, es de hacer una formación ofiolítica representando una parte de la corteza oceáni ca. ("Les assemblages ophiolitiques de l'occi- dent equadorien: nature petrographique et posi- tion structurale". 1977. Informe preparado por Therry Juteau, Francois Megard, Lea Raharison y Rubert Whitechurch).

3.4. ESTRUCTURAS

- 3.4.1. Cuenca Progreso.- Fue probablemente abierta - durante el término del Eoceno y el comienzo del Oligoceno.

Esta cuenca ha sido sumergida entre las formaciones antiguas del terciario y rellena posteriormente con sedimentos miocénicos. Hacia sus bordes afloran formaciones cada vez mas antiguas, separadas entre sí por fallas escalonadas causadas por el hundimiento ruptural de la cuenca.

Las estructuras dentro de la Cuenca Progreso son generalmente paralelas al eje de la Cuenca (Nor-Oeste, Sur-Este).

3.4.2. Falla la Cruz.- Es una falla normal de gran ángulo movida hacia abajo al este. Su máximo desplazamiento es estimado en 7000 pies. El presente bloque, patrón de fallas actuales a asociado con la falla principal, es atribuida a los esfuerzos establecidos por el incremento de carga deposicional del último período del terciario que renovaron movimientos a lo largo de planos de fallas establecidas ante riormente.

3.4.3. Cuenca del Río Guayas.- El relieve de la

cuenca es variado. En la zona septentrional la topografía del terreno está caracterizada por una ondulación marcada, a veces severamente disectada. El relieve en la zona meridional es más suave y uniforme.

En la Cuenca del Guayas los materiales más gruesos tienden a concentrarse en la vecindad de las montañas que la rodean, mientras las arenas finas y los limos se recolectan en la parte central de la llanura de inundación.

4. GEOLOGIA LOCAL

Al hablar de la geología local de estos terrenos (Prosperina), en forma general se debe decir que presenta una variación litológica sencilla: aglomerados, areniscas y lutitas con las cuales se forman a lo largo de las quebradas diferentes secuencias, entre ellas, aglomerado-areniscas, lutitas-aglomerado.

La descripción de estos tipos de rocas nos indican que son representativos de la Formación Cayo cuya edad se la ubica en el Cretácico Superior y de ambiente deposicional marino profundo.

Se establece que hacia la base de la Fm. Cayo aumenta el contenido de carbonato y que hacia el tope aumenta la cantidad de sílice.

Basándose en una descripción generalizada de esta Formación, se la ha dividido en tres miembros: Miembro Calentura, Miembro basal, caracterizado por arcillas, tobas y areniscas. Cayo Medio constituido por un depósito volcano-sedimentario compuesto principalmente por material piroclástico, esto es Cayo sensu-estricto. Miembro Guayaquil en el techo. Conjunto de arcillas bien silicificadas.

Hay que indicar que algunos geólogos no están de acuerdo con esta división y citan solo una formación. Otros reconocen el miembro superior Guayaquil y hay quienes la reconocen como formación.

No trataremos de ubicar la Sección Medida en La Prosperina, en ninguna de ellas, sino que la referiremos a la Fm. o Miembro Guayaquil, el que aflora a una decenas de metros del lindero sur.

Considerando la importancia de obtener la columna estratigráfica de la zona para poder compararla y correlacionarla con la columna de la Fm. Cayo y establecer así su ubicación, se efectuó un levantamiento geológico más amplio que el que se hizo para el mapa geológico anteriormente levantado, pues se requería determinar el espesor de cada unidad litológica y sus relaciones estratigráficas (Mapa #1).

Con este propósito se hizo el levantamiento de cinco quebradas que presentaban los mejores afloramientos. De éstas, las cuatro primeras, son los cauces principales del área que la atraviesan con dirección Norte-Sur, y la última es una tributaria con dirección NE de la quebrada 3.

La idea era obtener una columna litológica de cada quebra

da, que al unirse formen la columna representativa de la zona. La unión de éstas columnas se la realizó por continuidad lateral, esto es, tratando de que cada una de ellas comience y termine coincidiendo en estratos que se los consideraban como "guías" y que puedan correlacionarse con columnas adyacentes de tal manera que la columna pueda unirse sin interrupción y con la menor cantidad de espacio donde no se tuviera información geológica.

En el mapa # 3 están indicadas las cinco quebradas numeradas de 1 al 5 y las secciones de cada una de ellas que se utilizan para la conformación de la columna total, denominándose las A-B, C-D, E-F, G-H, I-J respectivamente.

En el mapa hay una sección L-M que corresponde a un levantamiento hecho en el lindero Sur, que se lo hizo en vista de que los afloramientos entre las quebradas 4 y 5 no eran lo suficientemente claros.

Al observar la sección G-H de la quebrada 4 se establece que ésta cubre la sección E-F de la quebrada 3, por lo que solamente se la utiliza para la complementación de la sección anterior.

En la columna se ha puesto los nombres de las rocas basándose en su textura, específicamente en el tamaño del grano. Una descripción mas detallada de ciertas muestras se da en el numeral 4.2.1. Análisis Petrográfico.

La variación litológica de cada sección fué estudiada con detenimiento, encontrándose generalmente secuencias entre aglomerados, areniscas y lutitas.

He asumido que la zona no presenta elementos estructurales que la conviertan en una área geológicamente complicada, que hace que los rumbos y buzamientos de los estratos permanezcan constantes. El levantamiento de las quebradas se lo realizó con brújula y cinta.

Empezando de Este a Oeste el levantamiento de la sección A-B se lo inició desde el Lindero Este siguiendo la quebrada 1, encontrándose terrenos aluviales que ocupan áreas planas, compuestos principalmente de fragmentos de rocas sub-angulares a redondeadas de diferente composición y dimensión provenientes probablemente de los aglomerados y de otro tipo de rocas. Estos terrenos son de porosidad alta, baja resistencia y alta permeabilidad. Se encuentran, en la parte norte de la quebrada.

Los afloramientos más notables se presentan cuando la quebrada tiene una dirección aproximada norte-sur. Un afloramiento de arenisca se encuentra a unos 562 metros desde el lindero E, siguiendo la quebrada. Tiene unos tres metros de espesor y está muy alterada. Su color es café amarillento, es de grano medio y presenta meteorización esferoidal. Su resistencia a la fracturación es mínima y al romperse -

se observan superficies oxidadas.

En este mismo afloramiento e infrayaciendo estas areniscas, se tiene lutita silicificada de color gris oscuro, muy diaclasada, presentando fractura concoidal. Estas lutitas son resistentes a la meteorización, duras y presentan laminación de arenisca de grano fino fácilmente observables.

Hay que señalar que en esta clase de afloramientos la muestra que se toma para los análisis respectivos es de lutita por la característica que presenta.

Al mapear este sector se pone en la columna como arenisca pues éstas se presentan en mayor cantidad que las lutitas. Ocasionalmente se suelen presentar en la parte más inferior una arenisca de grano más grueso que la primera.

El diaclasamiento es mayor y muy marcado en las lutitas, a diferencia del que se presenta en las areniscas, que es de menor grado y no fácilmente observables debido al alto grado de meteorización que presentan este tipo de rocas.

Estos afloramientos de arenisca y lutita presentan espesores litológicos menores de cuatro metros, que comparados con los observados en los aglomerados, resultan pequeños.

Los aglomerados se presentan en forma masiva, muy meteoriz

zados, fácil de desmenuzarse con el martillo. Son de color café amarillento oscuro y ocasionalmente de color verdoso. Reaccionan al ácido por la presencia de mínimas cantidades de material carbonatado.

Los aglomerados están integrados por fragmentos de rocas de origen volcánico que son más abundantes que aquellos de origen detrítico. Estos fragmentos tienen un diámetro inferior a los cinco centímetros que le confieren a la roca diferentes tonalidades.

El diaclasamiento en este tipo de rocas es de menor proporción que el que se observa en otras y a veces pasa desapercibido por el estado de meteorización que presentan.

Ocasionalmente este aglomerado presenta lineamiento cuando se encuentra entre capas de lutita o arenisca que da la impresión de estar subestratificado, cuando se trata de una roca masiva.

En la sección 16-17, a unos 855 metros del lindero este por la quebrada se presenta un afloramiento de lutita muy alterada con diaclasamiento centimétrico de la cual no se pudo obtener una muestra fresca.

A continuación se indican los lugares en los que se tomaron muestras para análisis petrográficos.

Muestra # 1 a	1187 m. del	lindero	este	siguiendo	la	quebrada
Muestra # 3 a	1391 m. del	"	"	"	"	"
Muestra # 2 a	1611 m. del	"	"	"	"	"
Muestra # 19 a	1953 m. del	"	"	"	"	"
Muestra # 20 a	855 m. del	"	"	"	"	"

El espesor de esta columna es de 253 m. (Fig. 8 a, b, c).

Las secciones C-D y L-M fueron levantados con la finalidad de complementar la columna total del área.

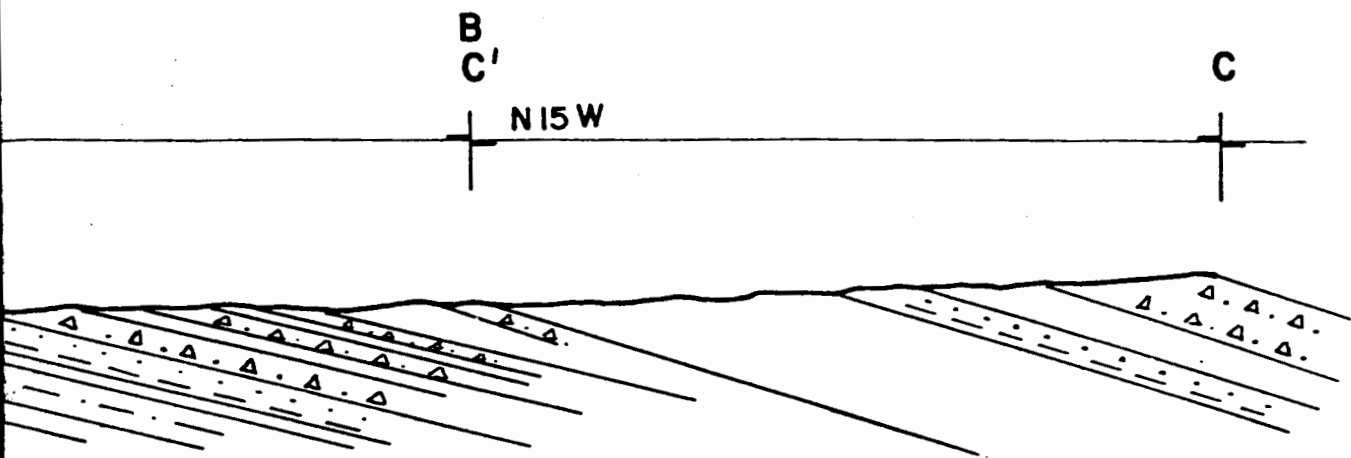
El primer tramo se lo levantó entre A-B y G-H, ya que entre estos existía un espacio en la columna en el que no presenta ningún tipo de roca.

La sección L-M se la levantó a lo largo del lindero sur por falta de buenos afloramientos representativos entre las secciones I-J, G-H.

En la sección C-D se observan buenos afloramientos de rocas puesto que la quebrada tiene una fuerte pendiente y cotas altas.

Se observa una secuencia de aglomerados y areniscas. Ocasionalmente ésta última roca se presenta alternando con lutita.

Entre los puntos LL-1, a unos pocos metros del punto 11 si-



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

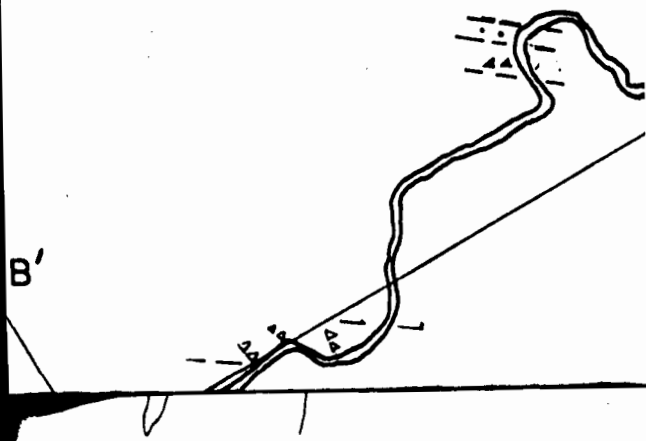
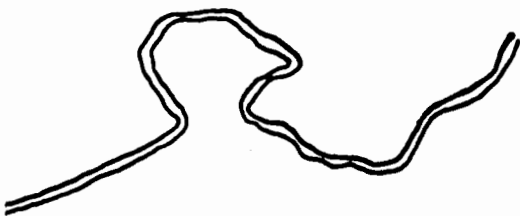
TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

CORTE AA'-B'B-C'C QUEBRADA N° 1

GUSTAVO MEDINA P.

FIGURA N° 8 -b

ESCALA 1:2000

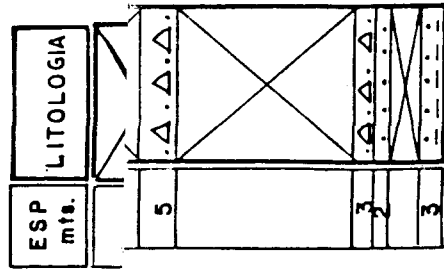


SIMBOLOGIA

-  AGLOMERADO
-  ARENISCA
-  LUTITA
-  ZONA CUBIERTA
-  MUESTRA

A SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
TESIS DE GRADO INGENIERIA GEOLOGICA	
CONTAMINAMIENTO DE LA QUEBRADA N° 1	
IVO MEDINA P.	FIGURA N° 8 - a
	ESCALA 1:2000

COLUMNA LITOLOGICA



SIMBOLOGIA

- AGLOMERADO
- ARENISCA
- LUTITA
- ZONA CUBIERTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

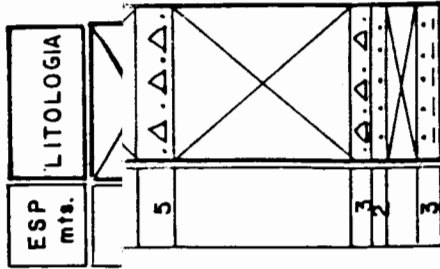
SECCION A-B QUEBRADA N° 1

GUSTAVO MEDINA R.





FIGURA N° 8 - C

ESCALA 1:1000

COLUMNA LITOLÓGICA



SIMBOLOGIA

-  AGLOMERADO
-  ARENISCA
-  LUTITA
-  ZONA CUBIERTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

SECCION A-B QUEBRADA N° 1

GUSTAVO MEDINA P

FIGURA N° 8 - C

ESCALA 1:1000

guiendo las quebradas aguas arriba se aprecia un estrato de arenisca de unos cuatro metros de espesor muy meteorizado, de color gris verdoso oscuro, de grano medio que está muy diaclasado.

Infrayaciendo estas areniscas se encuentran lutitas también grises, muy diaclasadas, resistentes a la meteorización y de consistencia dura. Estas lutitas presentan laminación de arenisca de grano fino, fácil de distinguir.

El contacto entre las areniscas y lutitas es fácil de observar por la meteorización que presentan las primeras.

Los aglomerados se presentan en mayor proporción que los demás tipos de rocas, en forma masiva, ligeramente meteorizada, de color verde oscuro, con fragmentos sub-angulares menores de cinco centímetros de diámetro.

Una parte de la sección C-D se monta con el G-H y se utiliza con fines de comparación entre ambos.

La sección L-M se levantó como ya se dijo con la finalidad de completar la litología de la columna, aunque el espesor con el que se lo representa pertenece a un tramo I-L de la quebrada 5.

Esta sección se presenta como una alternancia de aglomerados, arenisca y lutita con características similares a los

de los afloramientos anteriormente descritos.

A continuación se indican los lugares en que se tomaron dos muestras para análisis petrográficos.

Muestra 18 a 4 m. del punto 11 en la quebrada # 2.

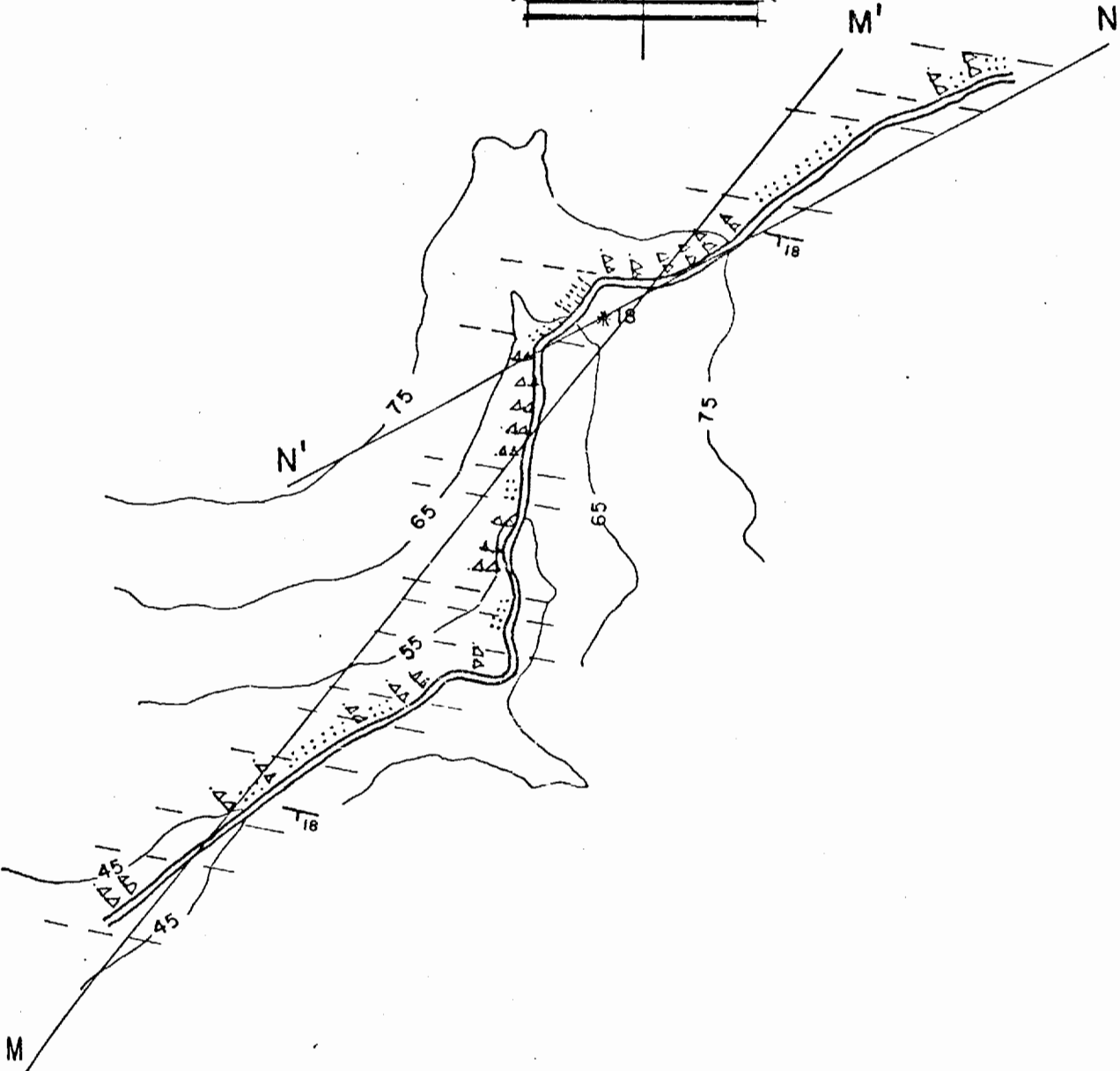
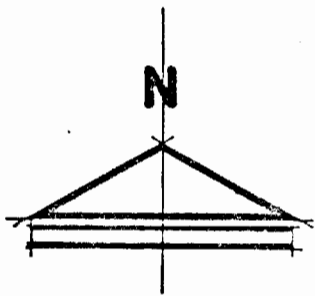
Muestra 15 tomada aproximadamente en la mitad del tramo L-M.

El espesor de la sección C-D es 94 m. (Fig. 9a,b,c). La sección E-F (Fig. 10a,b,c) se levantó a lo largo de la quebrada 3, la cual se comenzó a estudiar cerca del lindero sur, presentando en general similares relaciones estratigráficas de las diferentes unidades de rocas como las que se observan en las otras quebradas.

Esta sección se la correlaciona con la sección G-H y tomando como guía los estratos potentes de lutita de ambos tramos.

El levantamiento comienza con un afloramiento de aglomerado muy meteorizado, en forma masiva, de color verde oscuro, con granos sub-angulares de cinco centímetros de diámetro.

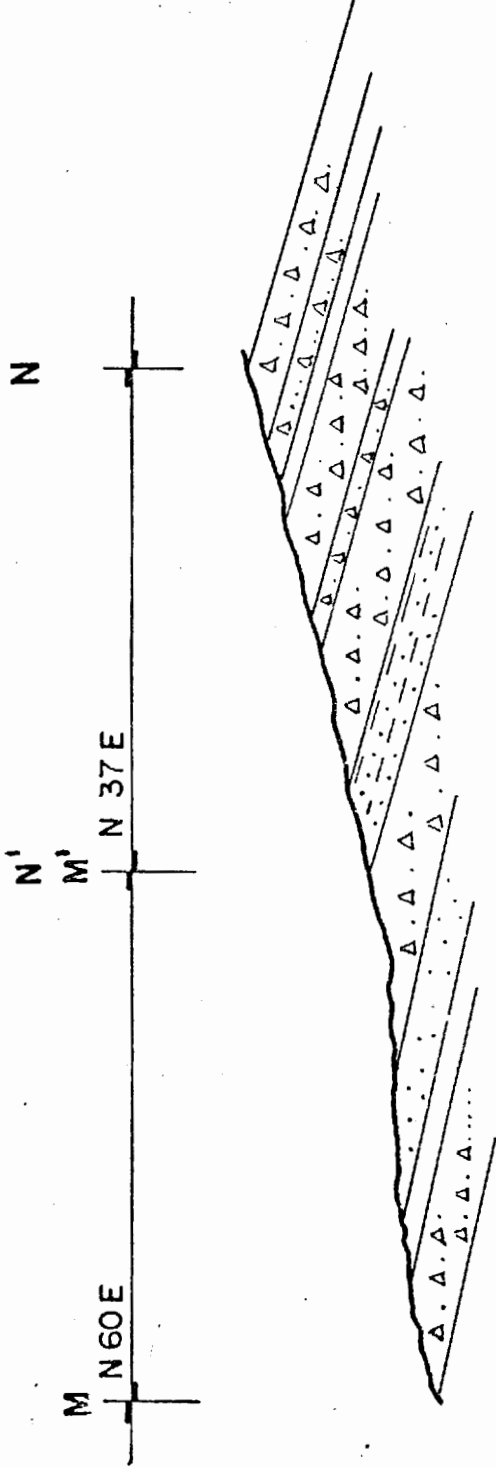
A unos 260 metros de lindero sur siguiendo la quebrada hacia el norte se encuentra el estrato guía que presenta capas de arenisca de grano fino, de color gris verdoso, solidificada, estratificada, muy diaclasada y resistente a la erosión. Cuando se rompen presentan fracturas concoidales.



SIMBOLOGIA

- * MUESTRA
- ZONA CUBIERTA
- △△ AGLOMERADO
- ⋯ ARENISCA
- ▬ LUTITA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
TESIS DE GRADO INGENIERIA GEOLOGICA	
LEVANTAMIENTO DE LA QUEBRADA Nº 2	
GUSTAVO MEDINA P.	FIGURA Nº 9 - c
	ESCALA 1: 2000



SIMBOLOGIA

- △.△. AGLOMERADO
- ARENISCA
- LUTITA
- ZONA CUBIERTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

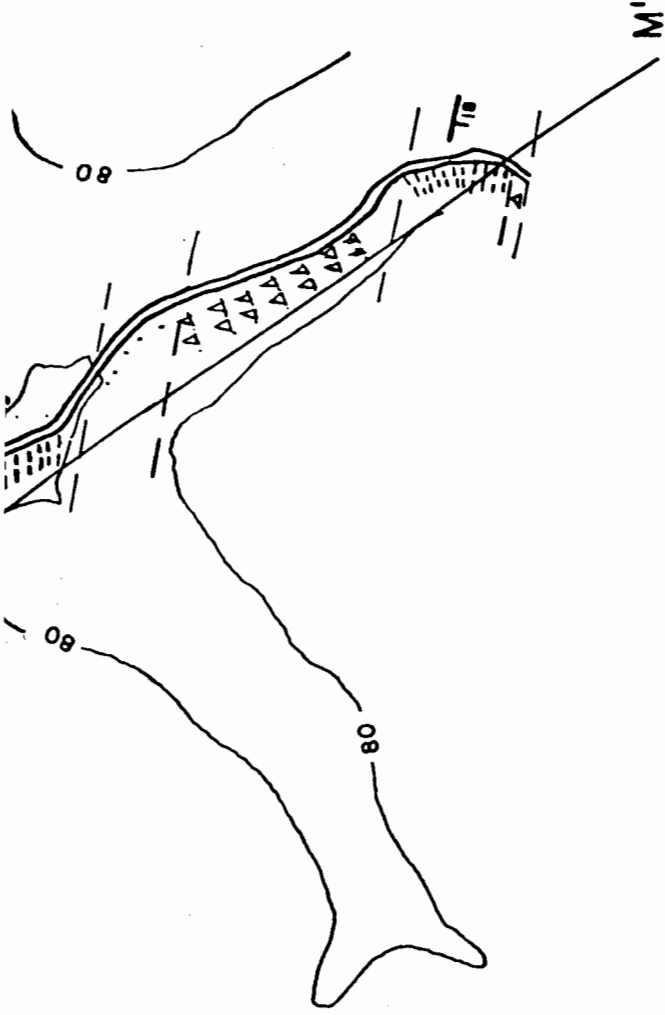
TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

CORTE C-D QUEBRADA Nº 2





GUSTAVO MEDINA P.

FIGURA Nº 9 - b

ESCALA 1:2000



SIMBOLOGIA

-  AGLOMERADO
-  ARENISCA
-  LUTITA
-  ZONA CUBIERTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

LEVANTAMIENTO DE LA QUEBRADA N°3

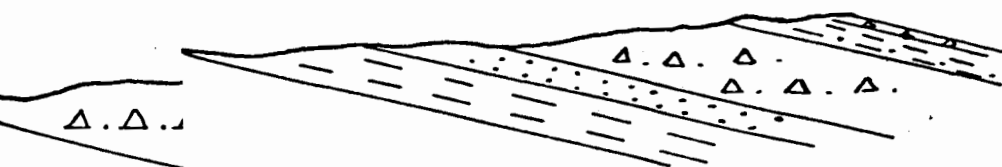
GUSTAVO MEDINA R.

FIGURA N° 10 - a

ESCALA 1:2000

35 W

M'



△.△

⋯

==

□

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

CORTE MM' QUEBRADA N° 3

GUSTAVO MEDINA P.

FIGURA N° 10 - b

ESCALA 1:2000

COLUMNA LITOLÓGICA

3	≡ ≡ ≡ ≡
35	.Δ. Δ. Δ. .Δ. Δ. Δ. .Δ. Δ. Δ. .Δ. Δ. Δ. .Δ. Δ. Δ. .Δ. Δ. Δ. .Δ. Δ. Δ. .Δ. Δ. Δ.
2	≡ ≡ ≡ ≡
10	.Δ. Δ. Δ. .Δ. Δ. Δ.

LUTITA, DURA SILICIFICADA, MUY DIACLASADA SE PRESENTA COMO UN LENTE ENTRE AGLOMERADOS

SIMBOLOGIA



AGLOMERADO



ARENISCA



LUTITA



ZONA CUBIERTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

SECCION E-F QUEBRADA N° 3

FIGURA N° 10 - c

ESCALA 1:1000

GUSTAVO MEDINA P.

A unos 632 metros del mismo lindero sur encontramos afloramientos de aglomerados a lo largo del lecho de la quebrada que se presentan en forma masiva, poco diaclasada y que al contacto con otras rocas se interrumpe. Presenta grandes fragmentos de rocas sub-angulares de origen volcánico que le dan tonalidades violáceas a su color gris-verdoso original.

El contacto con la lutita es brusco y a 784 metros del lindero se encuentra una poza excavada en el aglomerado de grano grueso, ligeramente meteorizado, subyacente a las lutitas, que está muy fracturado. Hacia el norte se encuentran grandes extensiones de aglomerados que se interrumpen por la presencia de lentes de lutita muy silicificadas y diaclasadas, de color gris verdoso, y muy resistentes a la meteorización.

La sección G-H se la levanta tomando como referencia el sector, donde el camino atraviesa la quebrada, o sea que esta sección se divide en dos zonas (punto 12), una hacia el norte y otra hacia el sur.

En el sector norte se observa la presencia de lutita dura estratificada, muy diaclasada, de color gris verdoso, que presenta laminación de arenisca y grano fino. A unos 74 m. del punto 12 se encuentra el contacto entre ésta y el aglo-

merado, siendo este contacto brusco, puesto que los fragmentos de rocas presentes en los aglomerados son de varios centímetros de diámetro.

A unos 10 metros se encuentra el estrato guía que sirve para correlacionarlo con la sección E-F.

A unos 140 metros del punto 12 hacia el norte de la quebrada se tiene un afloramiento potente de arenisca grauvaca, muy dura, masiva, de color verde claro. Presenta puntos blancos de posibles feldespatos alterados. Hay poco diaclasamiento y su contacto con el aglomerado es gradacional.

A partir del punto 12 a 180 metros de éste, comienzan a hacerse muy frecuentes los aglomerados, presentándose en forma masiva con fragmentos de rocas sub-angulares que aumentan de tamaño a medida que avanzan hacia el norte. Se observan bloques de hasta unos 30 cm. de diámetro.

Ocasionalmente se observan pequeños afloramientos de arenisca con intercalaciones de lutita con características similares a las de los otros afloramientos.

En el sector sur se observan en primer lugar aglomerados muy meteorizados. Luego se encuentran las areniscas muy alteradas de color café amarillento oscuro, con meteorización esferoidal. La lutita se encuentra en la parte inferior de

las areniscas. Están estratificadas, diaclasadas, presentan un color gris verdoso. Estos afloramientos son pequeños en comparación con los aglomerados que además contienen fragmentos de rocas que se agrandan hacia el sur.

A continuación se indican los lugares en que se tomaron muestras para análisis petrográficos.

Muestra 17 a 140 m. desde el punto 12 hacia el norte

Muestra 16 a 90 m. desde el punto 12 hacia el sur

Muestra 13 a 328 m. desde el punto 12 hacia el sur

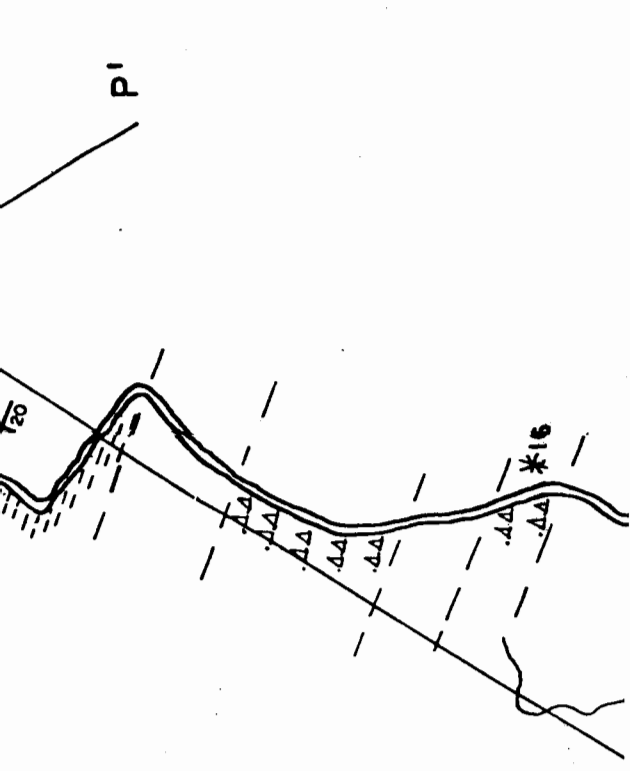
Muestra 12 a 270 m. desde el punto 12 hacia el sur

El espesor de esta columna es 323 m. (Fig. 11 a, b, c)

La sección I-J levantada en la quebrada 5 que se encuentra en la parte mas oeste del área donde la topografía es alta en comparación con el resto de ella.

El levantamiento se lo realizó donde se unen dos quebradas para formar la quebrada 5, ya que desde éste punto (punto 4) hacia el norte el terreno se presenta diferente en lo que se refiere a los afloramientos, de los terrenos hacia el sur.


La parte norte está caracterizada por ser un terreno casi plano y que no presenta buenos afloramientos, por lo




SIMBOLOGIA

* MUESTRA

 AGLOMERADO

 ARENISCA

 LUTITA

 ZONA CUBIERTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

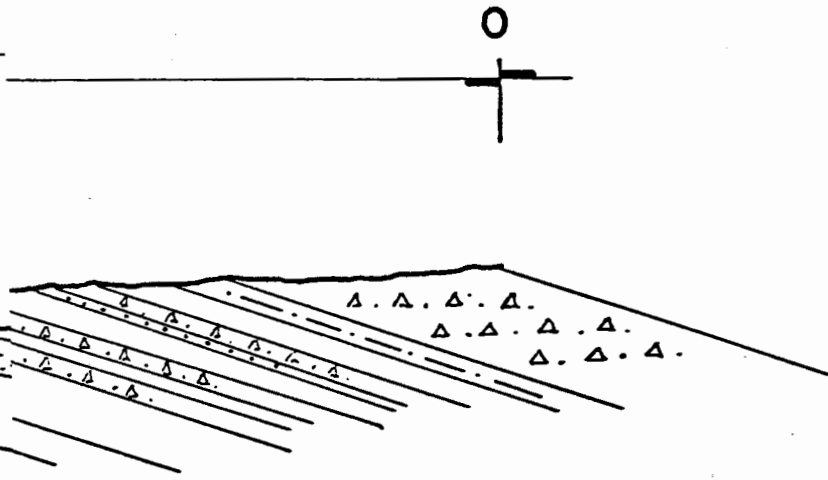
TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

LEVANTAMIENTO DE LA QUEBRADA N° 4

GUSTAVO MEDINA P.

FIGURA N° 11 - a







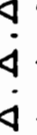
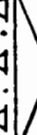







ESCALA 1:2000



ESCALA 1:1000





GUSTAVO MEDINA F.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
TESIS DE GRADO INGENIERIA GEOLOGICA	
CORTE PP'-O'O QUEBRADA N° 4	
GUSTAVO MEDINA P.	FIGURA N° 11 - b
	ESCALA 1:2000

ESP.	LITOLOGIA
55	           
19	  

MUESTRA 14 TOBA, BRECHA CON ELEMENTOS VOLCANICOS ANGULOSOS DE 0.5-1.0cm de ϕ DE COLORES VARIADOS CAFE, ROJO, VERDE Y AMARILLO EN ORDEN DE IMPORTANCIA LA ROCA ES COMPACTA Y DURA DE ROMPER EN ESTADO SANO

SIMBOLOGIA

-  AGLOMERADO
-  ARENISCA
-  LUTITA
-  ZONA CUBIERTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO

INGENIERIA GEOLOGICA

SECCION G-H QUEBRADA N° 4

GUSTAVO MEDINA P.

FIGURA N° 11 - c

ESCALA 1:1000

que se tiene en la columna dos espacios sin litología, separados por un afloramiento de aglomerado.

Debido a que el terreno está cubierto en esta parte se hizo un levantamiento en el lindero sur, tramo L-M para completar la columna.

El afloramiento de aglomerado a 280 m. del punto 4 se presenta en forma masiva, de color verdoso, poco diaclasado, ligeramente metecrizado y con granos subangulares menores de 10 cm. de diámetro; este afloramiento se presenta en una "caída de agua" de unos dos m. de altura y se pueden observar bloques de varios metros en esta parte de la quebrada.

La zona sur desde el punto 4 está caracterizada por terrenos altos y se aprecian potentes estratos de lutita - que presentan intercalaciones de arenisca. Esta lutita se encuentra estratificada, de color gris verdoso, muy diaclasada pero muy resistente a la meteorización.

Otra característica es que esta lutita se presenta en fallones de hasta 6 m. de altura y que por su contenido de carbonato de calcio se pueden apreciar grandes estructuras kársticas (a unos 30 m. del punto 4).

A continuación se indican los lugares en los que se tomaron muestras para análisis petrográficos.

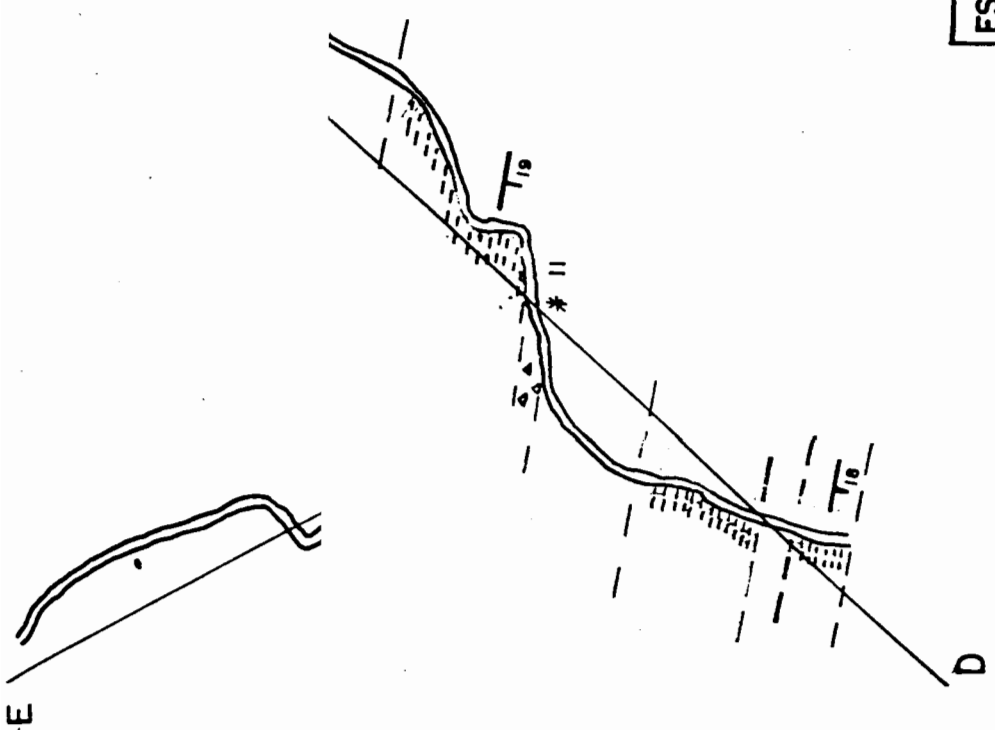
Muestra 6	a	280 m.	desde el punto 4	hacia el norte.
Muestra 7	a	85 m.	"	"
Muestra 8	a	60 m.	"	"
Muestra 9	a	40 m.	"	"
Muestra 10	a	160 m.	"	sur
Muestra 11	a	290 m.	"	"

El espesor de esta columna es de 303 m. (Fig. 12a, b,c).

La unión de estas secciones dá como resultado la conformación de una columna total de 973 m. que representa un tercio de la parte superior de la Fm. Cayo calculada en 3.000 m. (Fig. 13 y 14).

Esta columna se la correlacionó con la base de la Fm. o - Miembro Guayaquil, Al no encontrarse el contacto dentro del área, se la relacionó con un afloramiento que se encuentra a unos 160 m. del lindero sur (este punto se encuentra a unos 315 m. de la quebrada 5, hacia el oeste).

Después de analizar la sección medida, se ha zonificado el área litológicamente en tres grandes zonas basándose en la asociación de los tipos de rocas, que como ya se definió - presenta alternancia de aglomerados, areniscas y lutitas, y en el dominio que en el área pueda predominar unos de estos tipos de rocas.



SIMBOLOGIA

* MUESTRA

△.△ AGLOMERADO

⋮ ARENISCA

≡ LUTITA

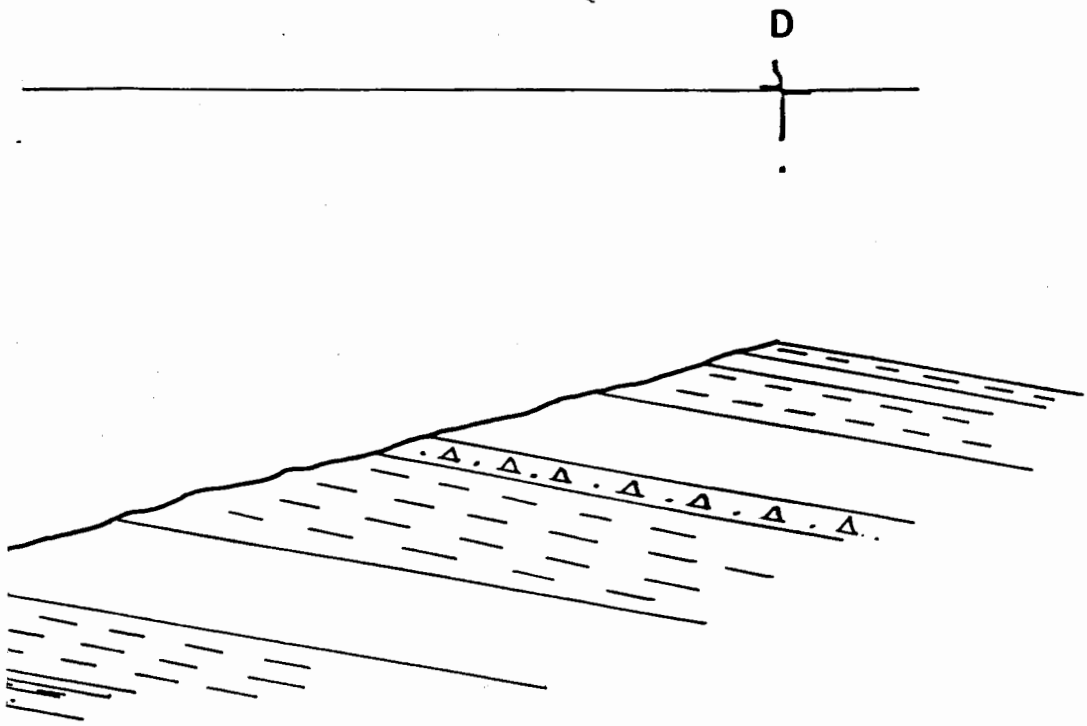
□ ZONA CUBIERTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

LEVANTAMIENTO DE LA QUEBRADA N° 5

GUSTAVO MEDINA P.
FIGURA N° 12
ESCALA 1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

CORTE I-J

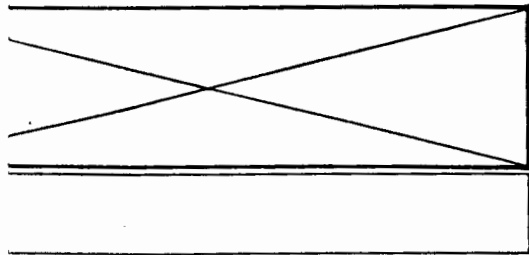
QUEBRADA N° 5

GUSTAVO MEDINA P.

FIGURA N° 12 - D

ESCALA 1:2000

COLUMNA LITOLOGICA



SIMBOLOGIA



AGLOMERADO



ARENISCA



LUTITA



ZONA CUBIERTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOLOGICA

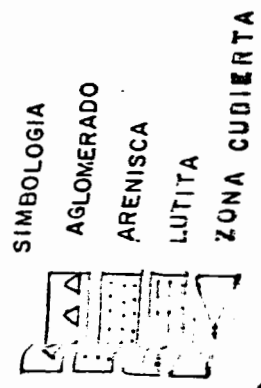
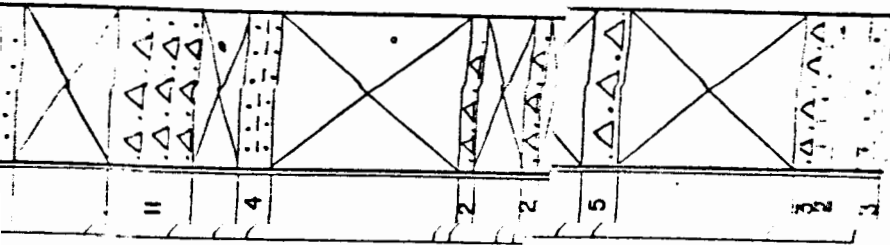
SECCION I-J QUEBRADA N° 5

FIGURA N° 12 - C

ESCALA 1:1000

GUSTAVO MEDINA P.

MUESTRA 19 ARENISCA CON INTERCALACIONES DE LUTITA
 DE COLOR GRIS VERDOSO LIGERAMENTE METEORIZADA
 DE GRANO FINO ROCA DURA DIACLASADA



71

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

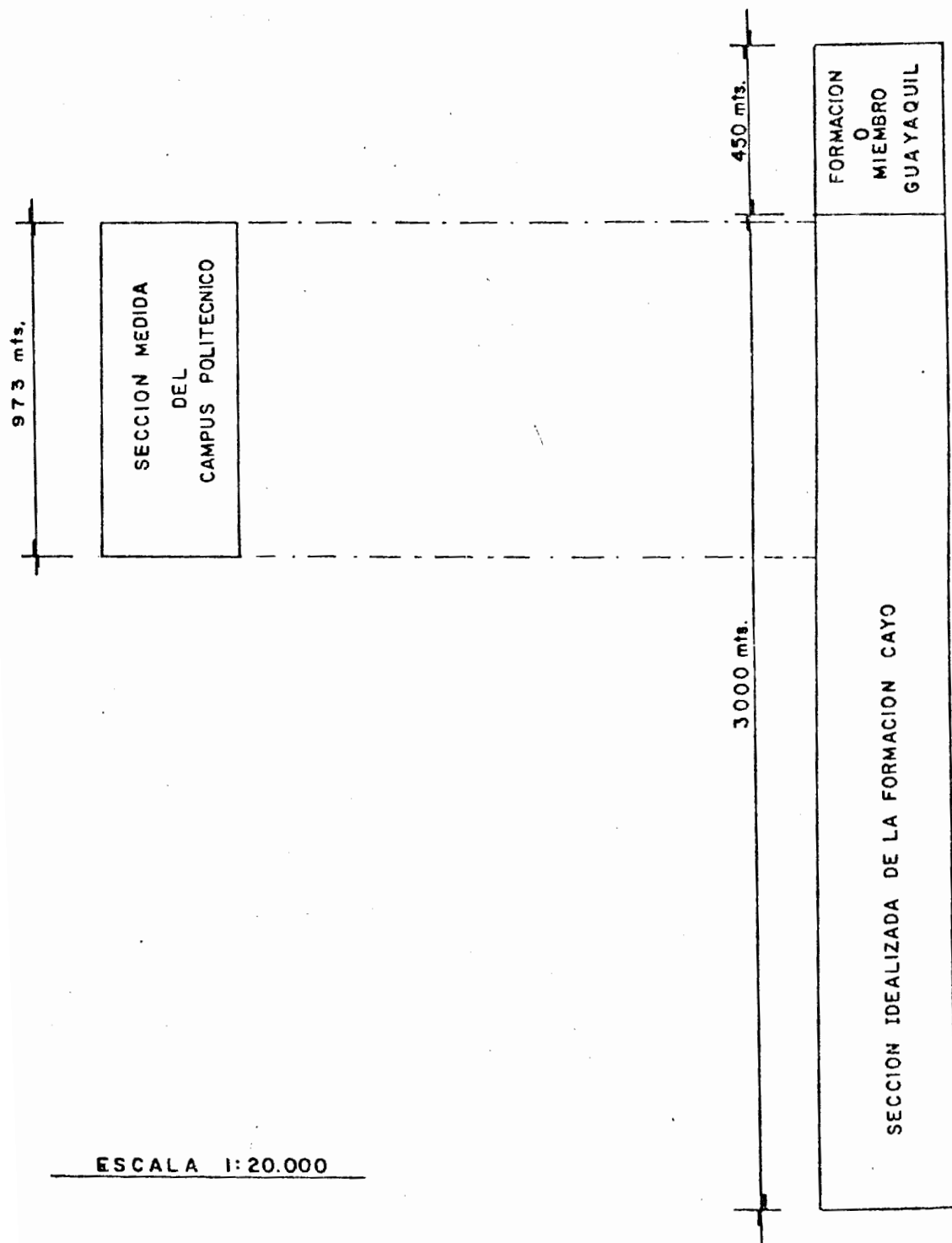
TESIS DE GRADO
 INGENIERIA GEOLOGICA

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CAMPUS

GUSTAVO MEDINA R.

FIGURA Nº 13
 ESCALA 1:1000

COORELACION DE LA SECCION MEDIDA Y LA IDEALIZADA DE LA
FORMACION CAYO .



amente se dividió el campus teniendo en cuenta los espesores de cada una de las unidades litológicas. Las capas de espesores variables de muy delgadas a muy gruesas, generalmente relacionada con la litología de la zona en que se encuentran.

La primera zona ocupa la parte este del campus donde las areniscas presentan espesores menores de 11 m. En esta zona no se observa ningún tipo de roca, aunque se observa un espesor mayor en los aglomerados, los cuales se presentan en general en mayor abundancia que otras rocas y en forma masiva. Están constituidos por bloques heterométricos (hasta 40 cm.) de composición variada.

Las lutitas y areniscas generalmente se encuentran alternadas. Los primeros están bien estratificados mientras que las areniscas presentan meteorización esferoidal.

La segunda zona ocupa la parte central del área. Se observan en dominio de los aglomerados alcanzando sus espesores "capas" que pasan de los 50 m. Generalmente presentan las mismas características que en las otras zonas aunque aparecen ligeramente meteorizadas.

Las areniscas y lutitas también presentan aumento de espesores aunque no alcanzan los metros de los anteriores.

La tercera zona ocupa la parte oeste del área. Se trata de un dominio de lutitas silicificadas de color gris a crema amarillento. El conjunto se presenta bien estratificado con espesores de hasta 26 m. Estos materiales son duros, resistentes que ha originado los relieves más altos de la zona. (Mapa 3).

Se hablará más adelante de otras características de estos tipos de rocas que han servido para la zonificación del área.

4.1. GEOMORFOLOGIA

El área de estudio es colinada, con cotas gradualmente decrecientes de oeste a este, siendo las zonas planas relativamente limitadas.

Se pueden diferenciar tres unidades geomorfológicas: La primera, al oeste de la zona, caracterizada por niveles de cota superior, crestas agudas y pendientes relacionada con lutitas tobáceas, calcáreas y silicificadas.

El drenaje está controlado por fracturas, siendo el poder erosivo y de arrastre en esta zona mucho mayor que en otras.

La segunda, medianamente accidentada y que predomina en la mayor parte del área del campus. Está relacionada con los terrenos volcánico-sedimentario, donde predominan los aglomerados de aspecto masivo sin estratificación visible. Las crestas son redondeadas y el drenaje generalmente es de mayor densidad que en la anterior unidad.

La tercera la constituyen los valles aluviales y se nota buen desarrollo de terrazas que son muy planas. Esta unidad se encuentra ubicada al Norte del área donde la pendiente de las quebradas favorece la acumulación de tales sedimentos.

Los cauces naturales de agua están perfectamente definidos. El flujo natural de agua lluvia es predominantemente hacia el norte siguiendo cuatro cauces principales y no son de naturaleza permanente sino únicamente estacionaria.

La clasificación del sistema de drenaje se basa exclusivamente en su forma siendo la del área de estudio, dendrítico-paralelo y las quebradas, según la clasificación de Schumm son de tercer orden. (Mapa 2).

4.2. ROCAS SEDIMENTARIAS

En la zona bajo estudio encontramos tres tipos princi

pales de rocas, las cuales se encuentran ocasionalmente cubiertas por depositos aluviaies.

1. Aglomerados y brechas volcánicas, que predominan en el área, ocupando niveles intermedios.
2. Areniscas que se encuentran alternando con lutitas, presentan su mayor espesor en la parte central.
3. Lutitas, principalmente silicificadas presentes en los niveles superiores que se encuentran al oeste del área.

A continuación una breve descripción Litológica de estos dominios.

1. Los aglomerados y brechas volcánicas son en su mayoría gris verdosos con tonos violáceos. Estas rocas tienen aspecto masivo sin estratificación aparente y ocasionalmente presentan intercalaciones de estratos decimétricos de lutitas. Los clastos de los aglomerados son fragmentos subangulosos a subredondeados de elementos volcánicos (tobas, vidrios, andesitas, basaltos, cuarzo) y de diámetro variable. La matriz está formada por arcilla clorítica y calcita.

Los aglomerados volcánicos son menos resistentes a la meteorización que las lutitas, debido a su matriz, por lo que el desarrollo del suelo residual es mayor en este tipo de rocas. La permeabilidad efectiva es baja a mediana.

2. Las areniscas se presentan con granos que van de muy finas a gruesas y de composición variable (calcáreas, cloríticas y tobáceas). Son generalmente de color verde oscuro a amarillento y contienen intercalaciones de estratos decimétricos de lutita. Dentro de este tipo de roca se tiene grauwaca que contienen grandes granos angulosos, provenientes de rocas volcánicas*.

Estas areniscas presentan algunos lugares aspecto masivo, sin estratificación aparente, con bandeamiento y variación granulométrica gradual. Generalmente se encuentran entre lutitas suprayacentes y aglomerados infrayacente.

3. Las lutitas son esencialmente tobáceas, con diferentes denominaciones secundarias (calcáreas, silicificadas, arcillosas, cloríticas, feldespáticas) predominando las dos primeras.

(*) No se ha definido el límite de ocurrencia entre grauwacas y aglomerados, por lo que en el mapa geológico se presentan ambas unidades litológicas como una sola.

Las lutitas con alto contenido calcáreo son generalmente de color café oscuro a gris claro verdoso. Están bien laminadas y contienen clastos volcánicos (plagioclasa, cuarzo, clorita, fragmento de vidrio).

Las lutitas que presentan cierto grado de silicificación se distinguen por su color amarillo verdoso y fractura concoidal. En el caso de presentar tono verdoso, éste se debe a la existencia de arcilla - clorítica. Los elementos terrígenos son de origen - volcánico.

Las rocas de mayor resistencia parecen ser las lutitas silicificadas y conforman las partes altas del área. Estas lutitas en sí son menos permeables que las otras clases de rocas presentes en el área, pero por su grado de fracturamiento desarrollan una alta permeabilidad secundaria.

4. Los depósitos aluviales se presentan en los sectores norte y este del área. Son relativamente escasos y de poco espesor. Los clastos que conforman estos depósitos son representativos de las rocas drenadas tales como las lutitas, aglomerados, etc.

4.2.1. Análisis petrográfico

Se efectuó un análisis petrográfico de las muestras recogidas en el campo, pero solamente se incluirán en esta tesis las que corresponden a las muestras tomadas en las quebradas escogidas para la realización de la columna Litológica.

Dichas muestras (Mapa 2) no son un estudio secuencial de todos los afloramientos presentes en las quebradas, solo tienen el propósito de llevar un control del tipo de rocas.

A continuación una descripción macro y microscópica de las rocas.

NUMERO DE MUESTRA: 1

ROCA: Toba alterada

Toba de grano fino, color café, en avanzado estado de alteración, la cual puede ser desmenuzada con la mano. Los granos son de origen visiblemente volcánicos, constituido principalmente por feldespatos y fragmentos de tobas vítreas - que han sido fuertemente meteorizados, en especial las últimas que han sido argilizadas. La

matriz también vidriosa ha sido casi totalmente argilizada lo que da origen a su inconsistencia.

- NUMERO DE MUESTRA: 2

ROCA: Limolita Arcósica Tobácea Ligeramente
Calcárea

Roca regularmente estratificada, con matriz microgranular irreconocible, rellena de fenocristales tabulares heterogranulares, enteros y fragmentados, plagioclasa de origen volcánico y de abundantes motas de calcita. En algunas bandas este agregado está recristalizado y recementado por un material posiblemente zeolítico. También hay abundante hidróxido de hierro y algo de hematita y magnetita en concentraciones variables, algunos nódulos finos de glauconita y escasos microfósiles.

- NUMERO DE MUESTRA: 3

ROCA: Subgrawacka gruesa clorítica tobácea

Altamente meteorizada, blanda. Arenisca gruesa verdosa, masiva. débilmente consolidada. Debido a la matriz clorítica, la roca es friable, se rompe con los dedos.

Matriz arcillosa, clorítica. Clastos de origen volcánico: fragmentos alterados de rocas principalmente tobas y vidrios, plagioclasas alteradas, piroxenos (augita), playas de calcita espática y minerales opacos (especialmente magnetita). Las plagioclasas están sericitizadas. La calcita es diagenética.

- NUMERO DE MUESTRA: 4

ROCA: Lutita limosa arcillo-calcárea-tobácea

La muestra está medianamente meteorizada, es blanda. Lutita finamente bandeada, verde marrón. La muestra de mano aparece limitada por diaclasas oxidadas y presenta una zona de alteración paralela a ellas.

La matriz arcillosa (60%) algo calcárea, es de grano muy fino. Presenta laminaciones entre las cuales se acomodan concordantemente granos detríticos de diverso origen y del tamaño limo fino (40%). La composición de la matriz no ha sido determinada, pero no es volcánica. La composición de los granos es: 35% vidrio volcánico, 5% de cuarzo, feldespatos y otros, además de foraminíferos. Las grietas están rellenas de sílica.

- NUMERO DE MUESTRA: 5

ROCA: Caliza ligeramente arcósica con capa de limolita arcósica.

Roca finamente estratificada y heterogénea en su composición. Su parte más granuda está constituida por calcita microgranular junto con otro material irreconocible. En la matriz se hallan dispersos granos de feldespatos, o diopsidos de origen volcánico y escasos fósiles calcáreos. El estrato limolítico es microgranular e irreconocible, posiblemente cuarzo arcilloso, con escasos granos muy finos de feldespatos, cuarzo, clorita y microfósiles. Los contactos son transicionales.

- NUMERO DE MUESTRA: 6

ROCA: Toba

Los elementos son fragmentos de rocas angulares no orientadas. La roca es bien consolidada a excepción de las partes intemperizadas que pueden desmenuzarse con la mano.

Los fragmentos son principalmente de lavas básicas de grano muy fino (desde pasta microlítica porfirítica, hasta vidrios).

Algunos de estos fragmentos están ligeramente o xidados. El vidrio puede ser palagonita. Los re llenos son de calcita y zeolitas.

La coherencia de la toba se debe al cemento dia genético de zeolitas que ocupa prácticamente to das las cavidades ó espacio intersticiales de la roca, presentando ocasionalmente microcrista les de calcita.

- NUMERO DE MUESTRA: 7

ROCA: Limolita tobácea

Limolita gruesa color crema oscuro-verdoso sin laminación aparente, pero observable en un corte pulido. Se puede reconocer mucho vidrio volcánico por el brillo. Zonas (manchas) de grano diferente con laminaciones discordantes.

Matriz (80%) volcánica (vidrio). Se observan - fragmentos de vidrio individualizados pero difi ciles de ser distinguidos de la matriz en luz polarizada. Los minerales opacos (10%) son granos de mayor tamaño. Los vidrios muestran cierta oxidación. La calcita está presente en un 10%, micrítica diseminada en la matriz volcánica. Se observan restos esqueléticos. El alineamiento de

los granos de calcita hace evidente cierta laminación fina, a veces perturbada. Las grietas microscópicas se encuentran rellenas de sílice y carbonatos.

- NUMERO DE MUESTRA: 8

ROCA: Toba hialocástica

Roca de grano grueso color café claro, masiva, compacta. Sus granos de colores predominantemente claros están orientados denotando una laminación paralela a la estratificación.

Los granos claros que se observan macroscópicamente son plagioclasas (constituyendo un 60 %). El resto de granos son fragmentos de rocas volcánicas: basaltos alterados, tobas soldadas, vidrio basáltico, etc. (30%). En forma accesoria existen piroxenos y calcita.

La matriz es vidriosa (10%) presentando localmente textura de flujo y en general desvitrificación y alteración. La matriz resultante está formada por palagonita, calcita y zeolitas.

- NUMERO DE MUESTRA: 9

ROCA: Lutita Arcillosa Tobácea

Lutita finamente laminada. Color predominante café claro, con pasajes más oscuros. Roca bien consolidada con micro diaclasas bien cementadas. La matriz (90%), es arcillosa (70%) calcárea (20%). Los clastos (tamaño limo) son cuarzo, esferulitas, fragmentos de roca volcánica oxidada y fragmentos calcáreos. Esporádicos fósiles foraminíferos bentónicos.

- NUMERO DE MUESTRA: 10

ROCA: Lutita tobácea

Lutita color crema con laminación paralela y manchas milimétricas de oxidación paralela a esta roca compacta a pesar de las numerosas - microgrietas que han sido rellenadas.

En la muestra de mano se observan restos o rasgos de espejo de micro falla subparalela a la laminación.

Matriz criptocristalina (70%) de composición - indeterminable, ligeramente calcárea (20%) con algunos fragmentos de mayor tamaño también calcáreos y fósiles muy pequeños sobre todo foraminíferos. Algunos de estos, los mas pequeños,

tienen relleno de piritita. Presenta dos generaciones de grietas. La primera rellena con zeolitas, la segunda rellena con calcita.

- NUMERO DE MUESTRA: 11

ROCA: Lutita Calcárea Tobácea

Lutita finamente bandeada color café claro cremoso. Roca bien consolidada con microgrietas rellenas.

Matriz calcárea micrítica (70%). Los clastos son cuarzo, feldespatos, fragmentos de rocas volcánicas ocasionalmente oxidadas, fragmentos calcáreos biógenos, incluyendo algunos foraminíferos.

- NUMERO DE MUESTRA: 12

ROCA: Arenisca Tobácea

Toba de color café, masiva, de grano equivalente a la arena mediana, en avanzado estado de intemperismo, fácil de romper e incluso de desmenuzarse con la mano por las partes más superficiales.

Elementos de origen indudablemente volcánicos pero muy alterados, especialmente el vidrio, que conforman la matriz, y clastos en buen porcenta-

je. El vidrio se presenta de varias formas: oxidado, palagonitizado, argilitizado.

- NUMERO DE MUESTRA: 13

ROCA: Brecha Tobácea Calcárea

La roca está ligeramente meteorizada, es dura. La muestra de mano tiene la apariencia de una arenisca calcárea, en partes brechosas con clastos angulosos de fragmentos volcánicos de hasta 1 cm.

Matriz Calcárea (60%) fosilífera, rica en foraminíferos y en espículas de espongiarios de muy pequeño tamaño, con rellenos de piritita y sílice. Clastos de grano grueso y formados de material detrítico anguloso (tamaño de arena fina) compuesto principalmente por material piroclástico re-trabajado, cuarzo, y restos calcáreos (principalmente de foraminíferos).

- NUMERO DE MUESTRA: 13 B

ROCA: Lutita clorítica tobácea silicificada

La roca está ligeramente meteorizada, es dura. Lutita masiva, verde, con fractura concoidal, silicificada. Se observa un reemplazamiento ca-

si total de sílice en las partículas originales, de las cuales se reconocen ocasionalmente radiolarios, partículas de esponjas y diatomeas. Se presentan algunos terrígenos de origen volcánico. El tono verde es debido a una arcilla diseminada, probablemente clorítica. La muestra fué recogida de un lente intercalado en el áglomerado volcánico.

- NUMERO DE MUESTRA: 14

ROCA: Toba de Lapilli

Brecha con elementos volcánicos, angulosa de 1/2 a 1 cm. de diámetro de colores variados café, rojo, verde y amarillo en orden de importancia. La roca sana es compacta y dura de romper.

Matriz vidriosa (5-10%) con texturas de flujo localmente. Los clastos son bastálticos intergranulares o vidriosas, tobas y fenocristales de plagioclasas.

Los granos se encuentran cementados por rellenos diagenéticos de zeolitas.

Se presenta también en varias zonas calcita, epidota y clorita.

- MUESTRA: 15

ROCA: Aglomerado

Roca de granos menores de 0.5 cm. Presenta fragmentos volcánicos algo meteorizado, resistente. Se aprecia una coloración verde clara, manchas o puntos blancos de posibles feldespatos alterados. Reacciona levemente al ácido. Roca mal clasificada.

El vidrio ocurre en un 20% como una mesostasis (matriz) de pequeñísimos cristallitos y microlitos, cuarzo volcánico con forma subhedrales a idiomórficas. El carbonato de calcio reemplaza a los feldespatos. Presencia de manchas café rojizos de limolita e incluso pequeños cristales esqueléticos de hematita. Prehnita en cavidades, ubicada en la facies prehnita pumpellita de metamorfismo regional de bajo grado.

- MUESTRA : 16

ROCA: Lutita

Roca con intercalaciones de pequeñas capas de 4 mm. de arenisca de grano fino. Presencia de glauconita en la capa de arenisca. Roca dura con color de intemperismo, gris verdoso.

Se pueden encontrar partes de granos más gruesos, presentando una mejor laminación. Esta zona es una grauwacka pelítica. Se observan clastos calcáreos además algunos foraminíferos.

- MUESTRA: 17

ROCA: Aglomerado?

Roca de grano subangulares, algo intemperizado, dura, gris verdoso, constituida en su mayoría de clastos volcánicos mal clasificados con fragmentos sedimentarios, reacciona levemente al ácido.

Se puede hablar de un agregado de granos angulosos menores de 1 cm. asentados en una matriz de grano fino. La roca se presenta con tintes de color gris verdoso, verdes, etc. dependiendo de los fragmentos.

Se observa feldespato albitizados, cuarzos volcánicos subhedrales, hornblenda en pequeñas cantidades. La calcita se presenta como reemplazo de los feldespatos o rellenando intersticios.

Fragmentos de rocas volcánicas tipo riolíticas, a su vez con fenocristales de feldespatos en una matriz vítrea con microlito.

Presenta manchas rojas debido a limonita.

- MUESTRA: 18

ROCA: Lutita

Roca muy similar a la muestra 16, presenta mucho carbonato de calcio, no hay que descartar que parte de la matriz puede ser vítrea y en mayores cantidades que en la muestra 16, se ven eferulita. Se aprecia menor cantidad de foraminíferos que en su similar.

- MUESTRA: 19

ROCA: Pelítica?

Roca pelítica color de intemperismo gris pardoverdoso, presenta fractura concoidal y plano de estratificación. Roca dura y reacciona levemente al ácido.

Se aprecian eferulitas de vidrio, las cuales se presentan en un 90%, están en toda dirección y atraviesan la estratificación. Al parecer los vidrios se depositaron cuando la roca estaba estratificándose.

La roca contiene carbonato de calcio en un 15%

y posibles foraminíferos plantónicos y 5% de -
clastos fino de feldespato principalmente.

- MUESTRA: 20

ROCA: Lutita

Lutita tobácea muy meteorizada color café amarillento presenta fractura concoidal.

Se observa laminación, además muchos vidrios y algo de foraminíferos.

4.3. ROCAS IGNEAS

4.3.1. Análisis Petrográfico

Algunos geólogos como Goossens afirman que el Complejo Igneo atraviesa la formación Cayo. Pero durante la conducción de la investigación - de campo no se han encontrado afloramientos de rocas ígneas y solamente están relacionadas a la descripción que como clastos o bloques integrados en los aglomerados que constituyen las secuencias sedimentarias y cuyas muestras como se ha dicho, ocurren ampliamente distribuidos.

4.4. ESTRUCTURAS

De una forma generalizada se puede decir que por la disposición de los estratos, el campus constituye parte de una gran estructura monoclinál.

No se han observado en el terreno rasgos estructurales predominantes, excepto la secuencia de los rumbos y buzamientos de los estratos que permanecen aproximadamente constantes, no así el diaclasamiento.

Siguiendo el esquema de la hoja adjunta (ver anexo pág.116) dentro de las estructuras se hablará específicamente de las discontinuidades (estratos, fallas, diaclasas, contactos).

Los estratos tienen un rumbo NO y buzan al Sur con inclinación del orden de 18° predominantemente. Los aglomerados y brechas volcánicas se presentan más bien como masivos, sin estratificación visible. (Foto 2). En cambio, las lutitas y areniscas presentan estratificación centimétrica a decimétrica. (Foto 3, 4, y 5). La última roca presenta generalmente

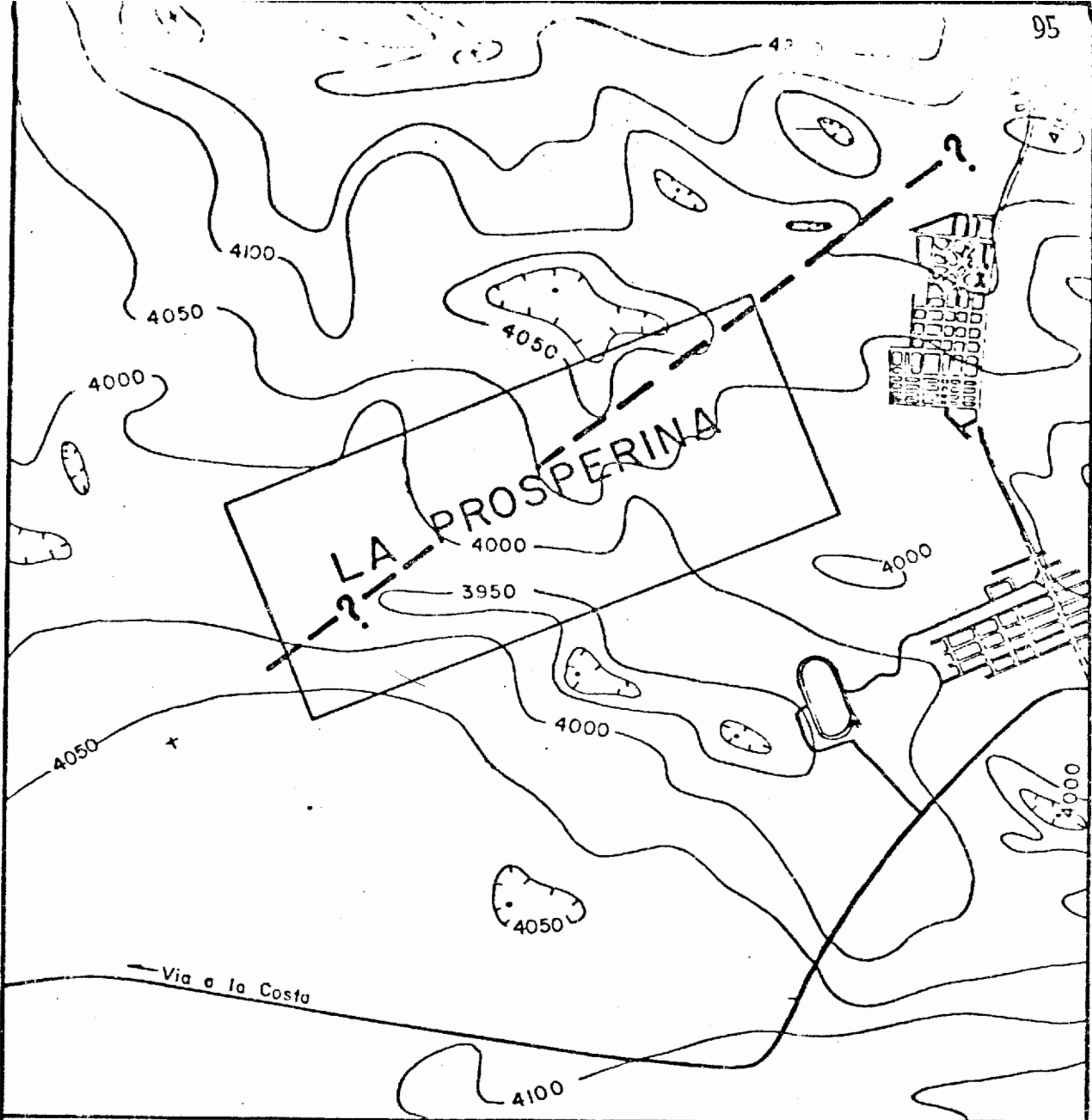
meteorización esferoidal.

De acuerdo a los datos recogidos por un estudio aeromagnético, se ha detectado una falla grande con dirección Nor-Este (figura 15), con el reconocimiento fotogeológico se establece la existencia de posibles fallas que atraviesan el área en dirección NO - SE y una NE - SO.

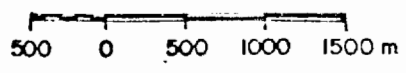
En las observaciones de campo se encontraron dos fallas con dirección 103° y 115° . Son normales y casi verticales y rellenas de material triturado.

Por lo general todas las rocas están diaclasadas y en toda dirección, pero predominan en orden decreciente las siguientes: nor-oeste, norte y nor-este.

Estas diaclasas se encuentran rellenas de material finamente triturado, óxido de hierro y arcilla, etc.



ESCALA GRAFICA



NOTAS:

- 1) Intervalo de contornos: 50 gammas.
- 2) Tomado de S.A.P.A., 1965. :

— — ? — — FALLA

FIGURA 15

NOTA: TOMADO DEL ESTUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO DE LA PROSPERINA.

.MAPA AEROMAGNETICO

La litología controla la continuidad de los planos de diaclasamiento. Así, son discontinuas en los aglomerados y de menor frecuencia en metro y son continuas en lutitas y areniscas que en metros son más frecuentes. (Foto 1).

La forma y rugosidad de las diaclasas dependen por lo general de la litología de las rocas siendo onduladas y rugosas en los aglomerados, planas y rugosas en las areniscas y planas y lisas en las lutitas.

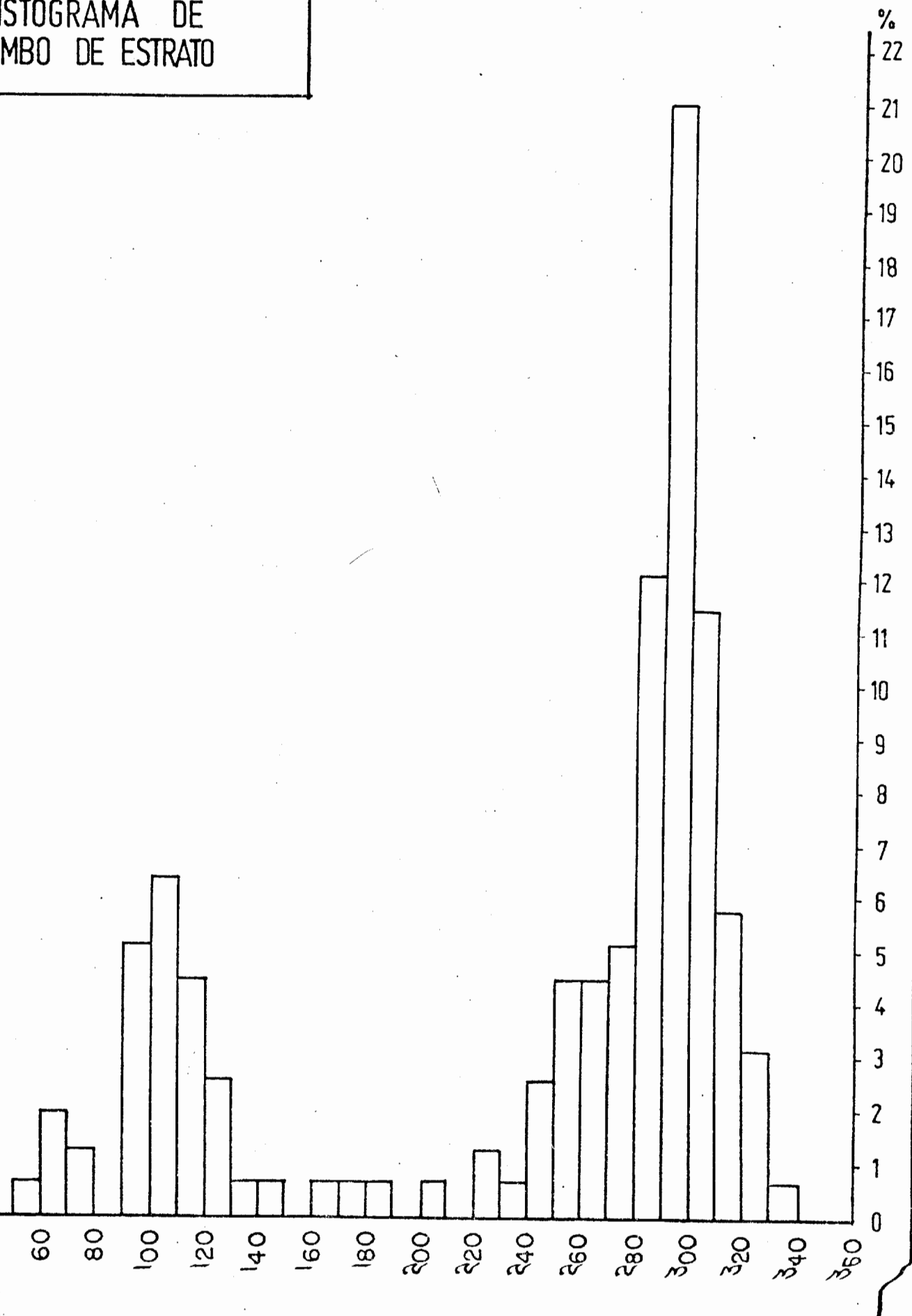
Los contactos son mas bien gradacionales entre los aglomerados y brechas volcánicas con las areniscas. En cambio son bruscos entre las lutitas y los aglomerados. (Foto 1, 6).

Con el fin de analizar la información de campo se ha realizado análisis estadísticos que son presentados por medio de histogramas, rosetas de orientación, diagramas de frecuencia en proyección equiarial.

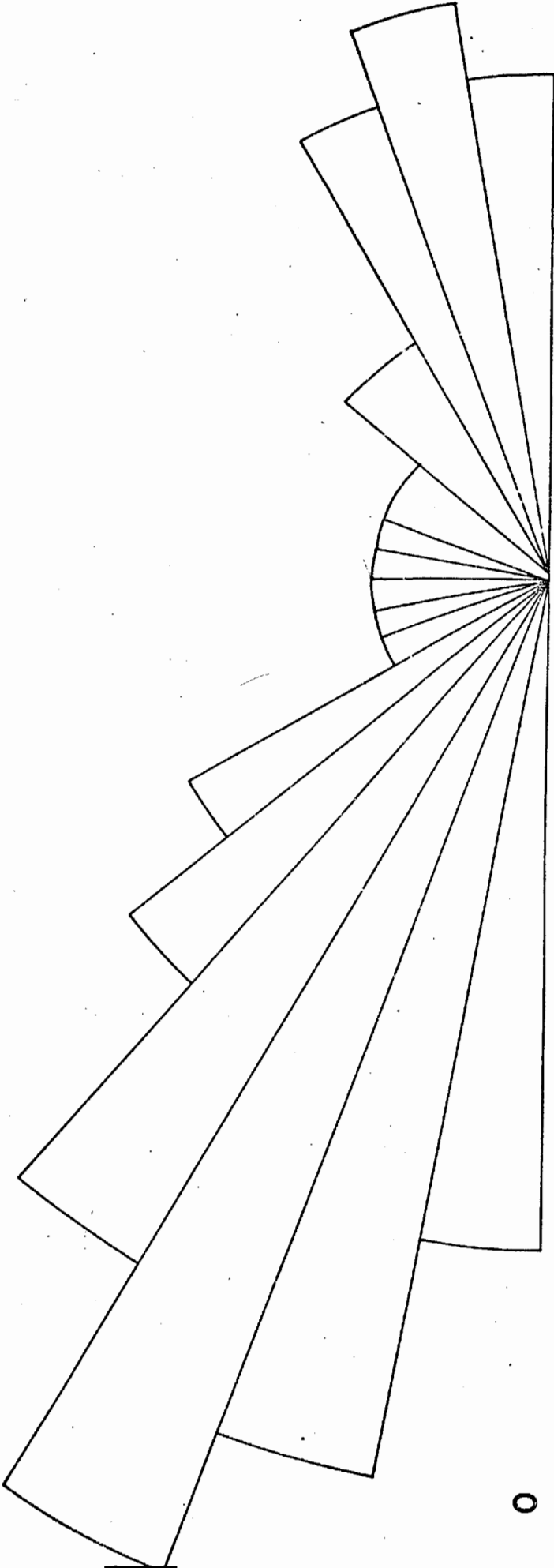
Los primeros gráficos Fig.16, 17, 18, 19 muestran los patrones de orientación de los rumbos y buzamientos de los estratos, notándose que predominan los rumbos NO con

FIGURA 16

HISTOGRAMA DE
MBO DE ESTRATO



N



0

E

FIGURA 17
HISTOGRAMA CIRCULAR D
RUMBO DE LOS ESTRATO

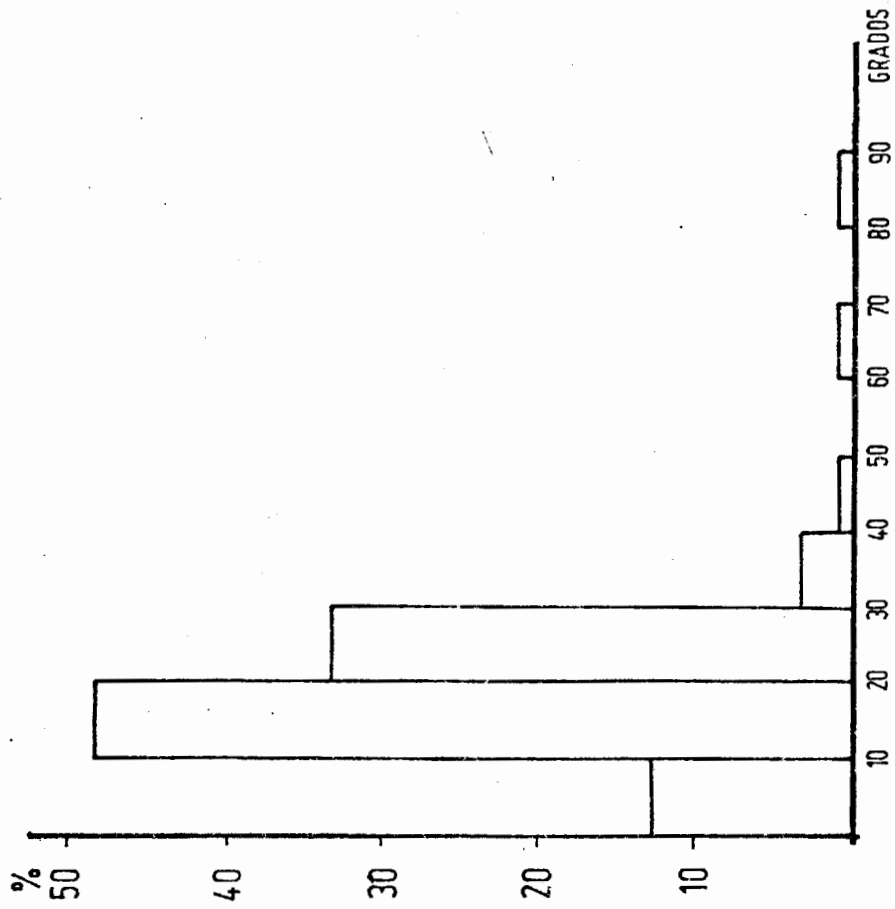
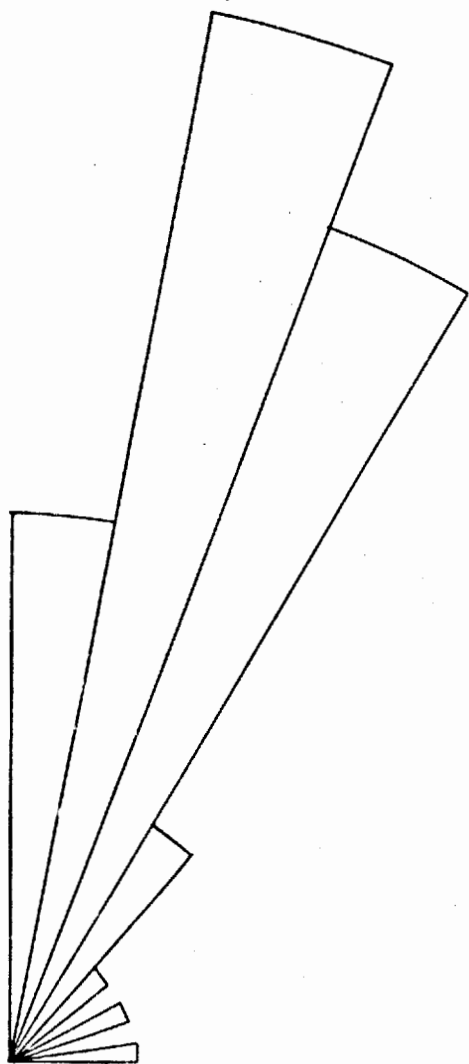


FIGURA 18

HISTOGRAMA DE
BUZAMIENTO DE ESTRATOS

0°



90°

NOTA: LOS BUZAMIENTOS ESTAN DIRIGIDOS HACIA EL SUROESTE

FIGURA 19

HISTOGRAMA CIRCULAR DE BUZAMIENTOS DE ESTRATOS

buzamientos del orden de 10-20 grados.

Las únicas estructuras que se pudieron medir en las rocas volcano-sedimentarias fueron las diaclasas, las Fig. 20 al 26 muestran la distribución de ellas que se presentan en todos los afloramientos. Se observa que en las diaclasas no predomina una orientación preferencial, en cambio, en los buzamientos el rango comprendido entre 80° - 90° es el de mayor abundancia.

Hay que indicar que en los gráficos elaborados para las diaclasas se pondera la frecuencia de las medidas. En este caso, si un sistema de rumbo dado, tiene una frecuencia de n diaclasas por metro, a efecto de la elaboración de las rosetas, diagramas de polos, etc. se consideró el mismo rumbo n veces.

Utilizando este método se obtienen diagramas más realistas de la verdadera frecuencia y orientación de diaclasas.

Se han elaborado tres diagramas de frecuencia, las Figs. 24, 25, 26 muestran las diaclasas presentes en los aglomerados, lutitas y en toda el área.

Estos diagramas se efectuaron independientemente, encontrándose luego una relación entre ellos.

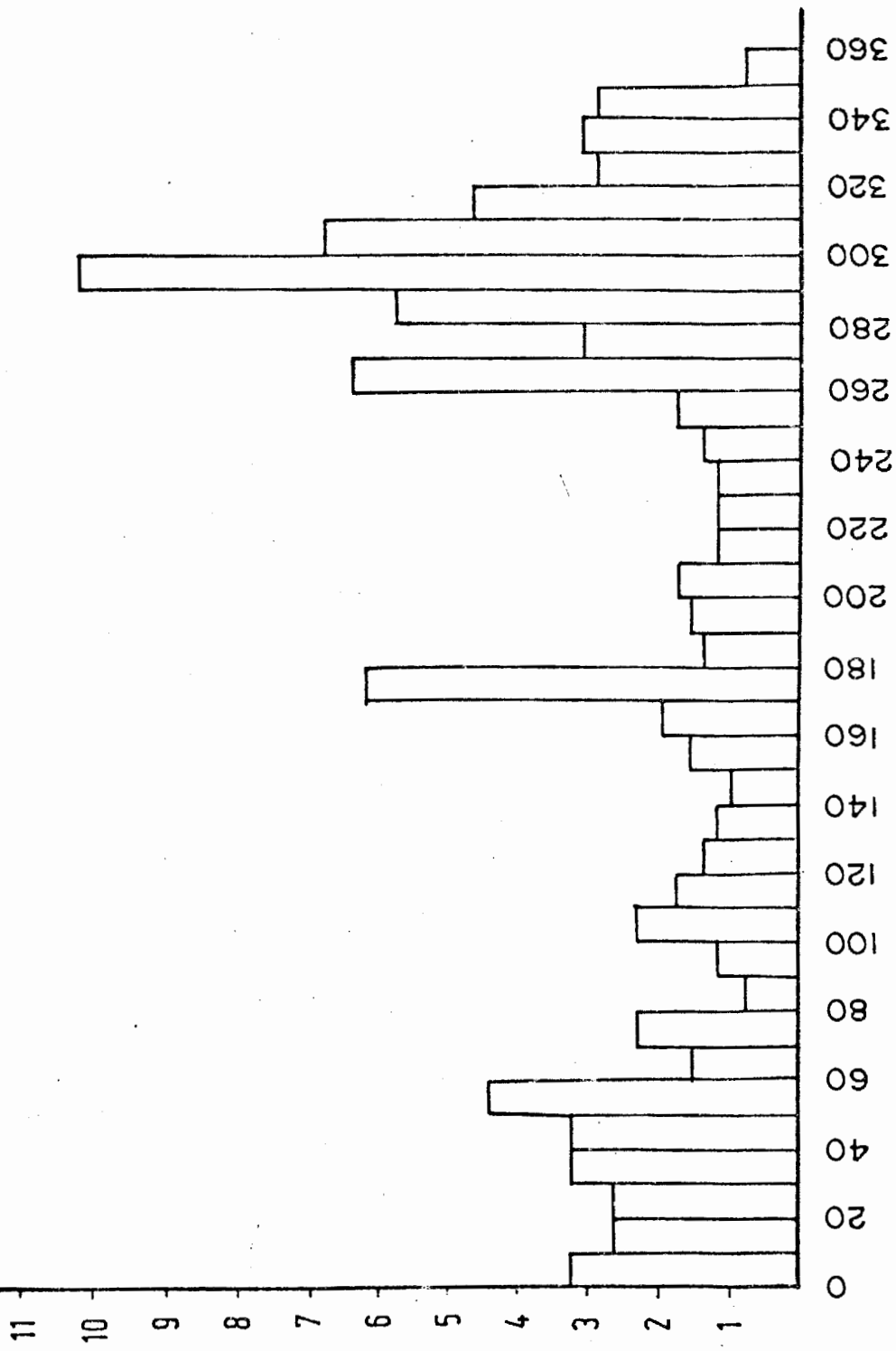


FIGURA 2.0
 HISTOGRAMA DE
 RUMBOS DE DIACLASAS.

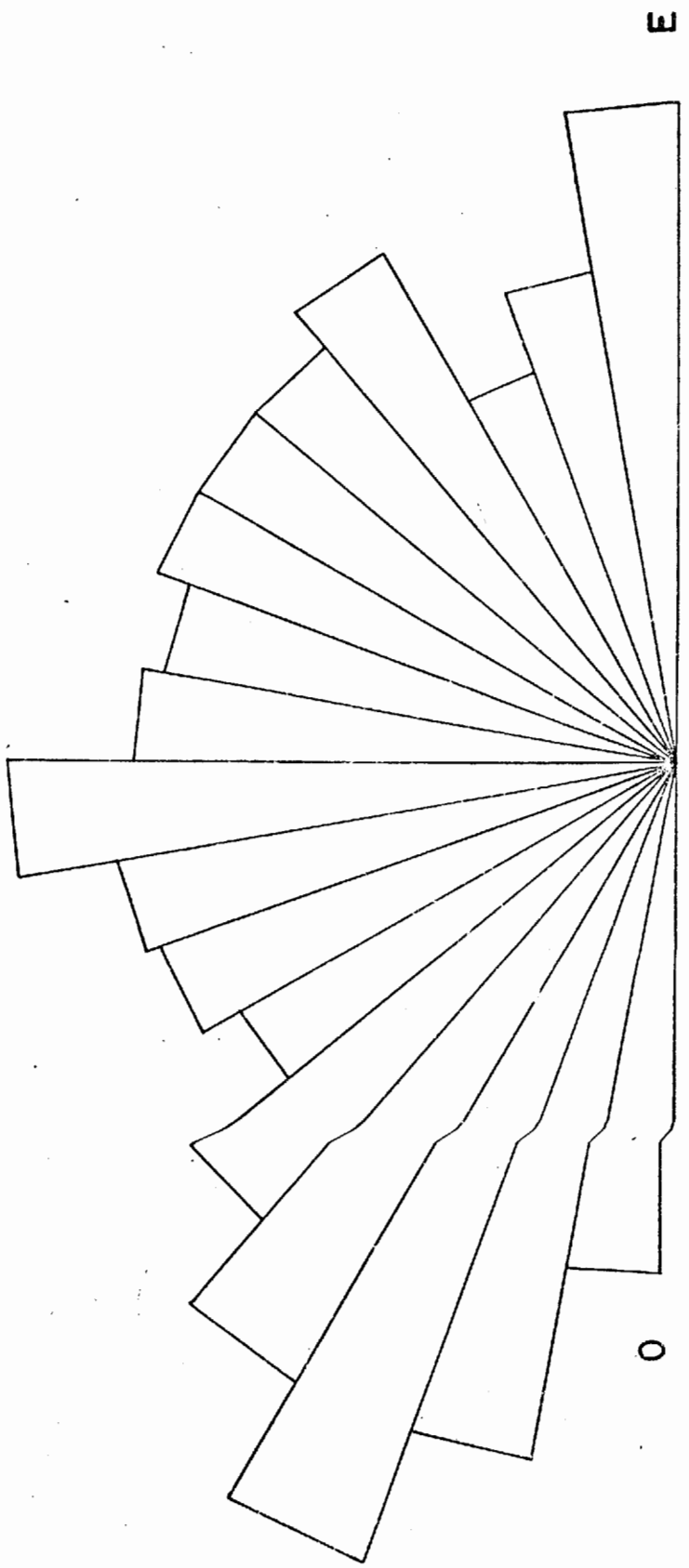


FIGURA 21

HISTOGRAMA CIRCULAR
DE RUMBO DE DIACLASAS

FIGURA 2.2

HISTOGRAMA DE BUZAMIENTO DE DIACLASAS

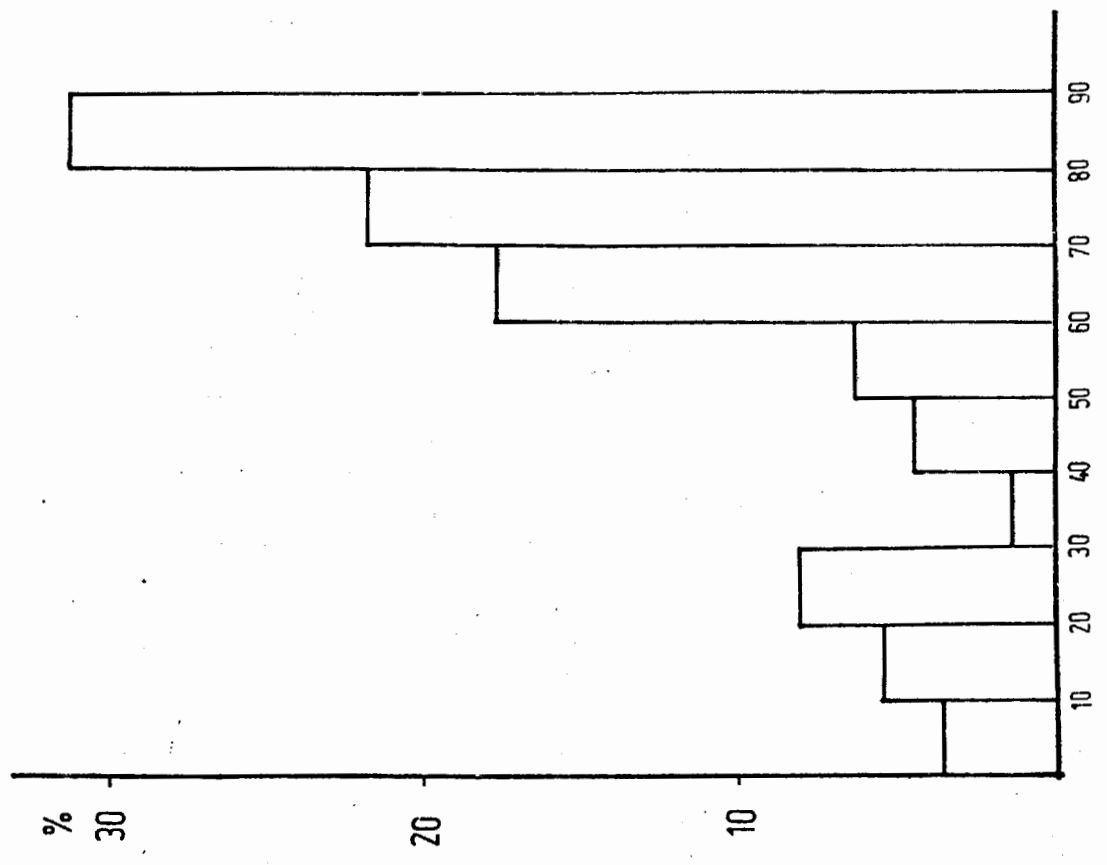
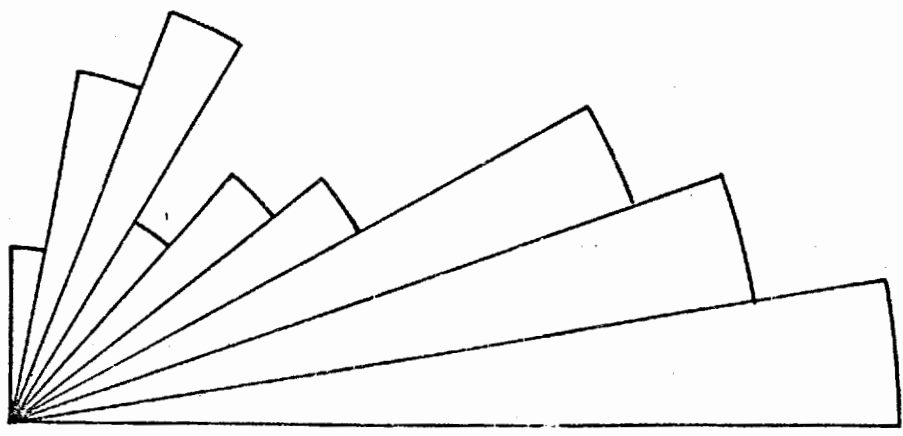
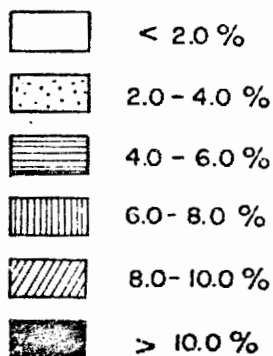
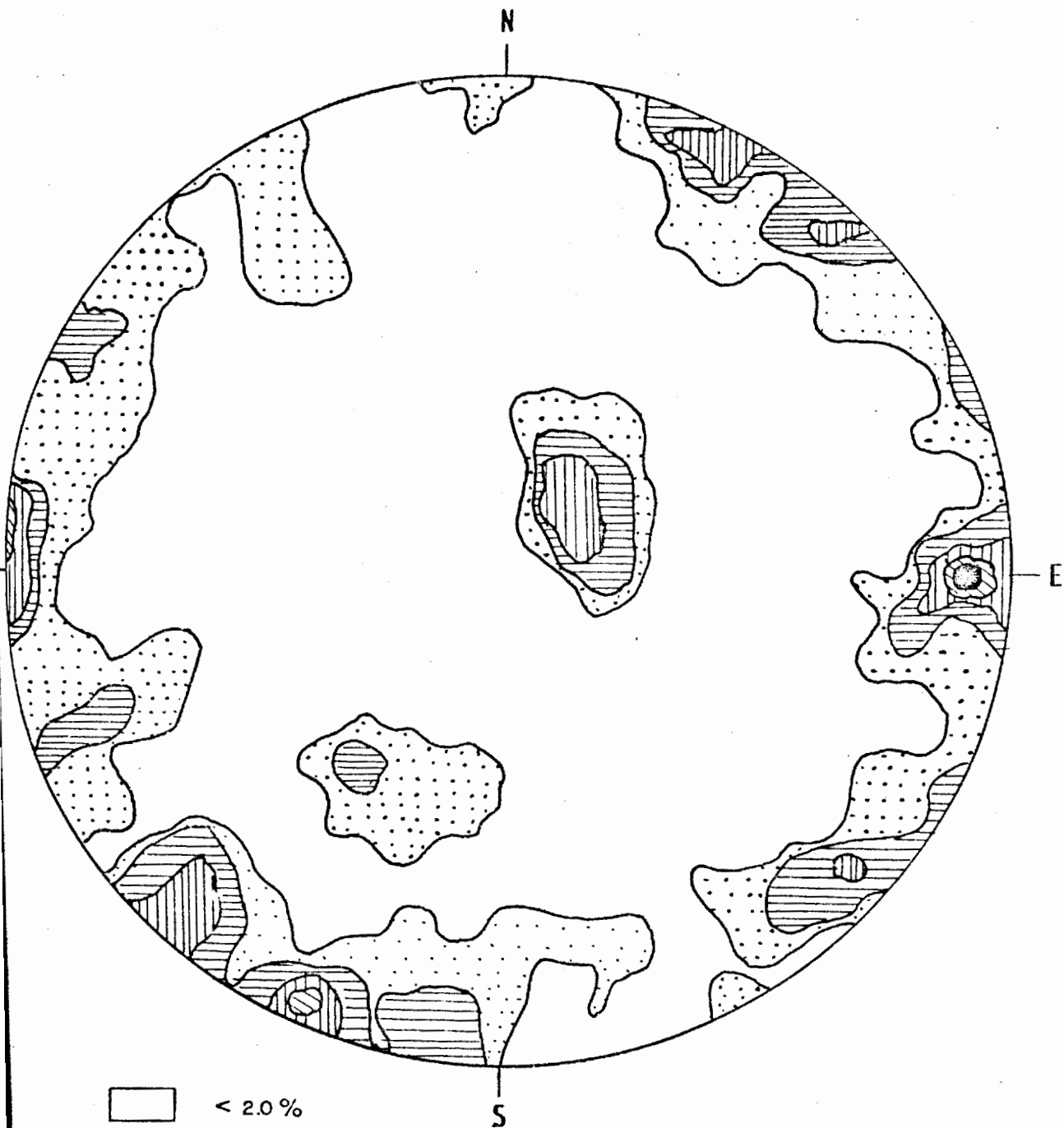


FIGURA 23
HISTOGRAMA CIRCULAR DE
BUZAMIENTO DE DIACLASAS

0°

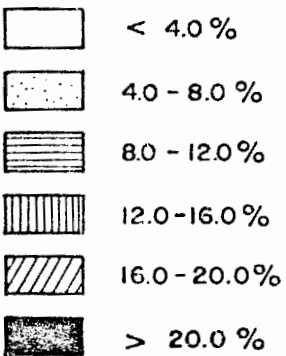
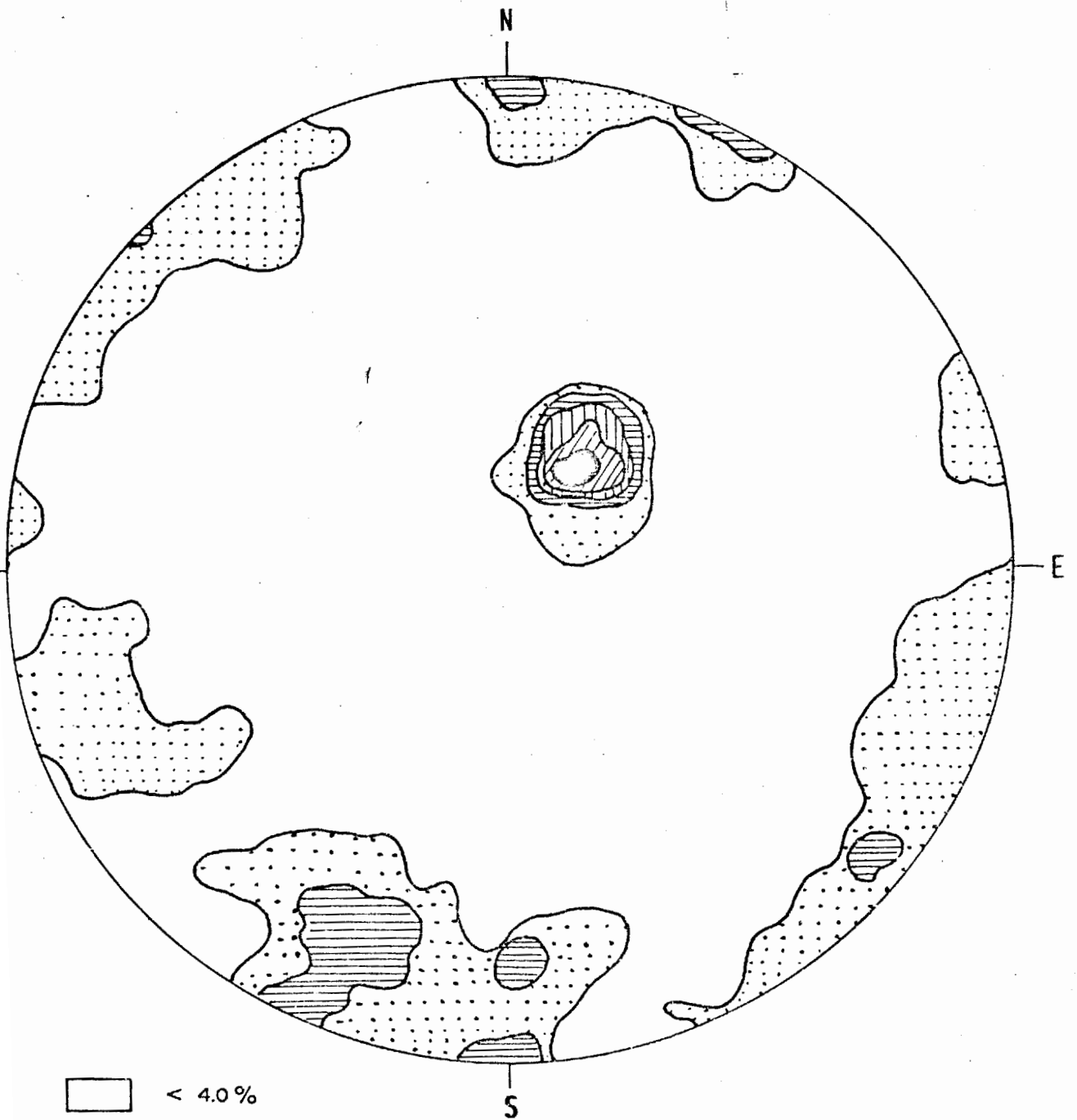


90°



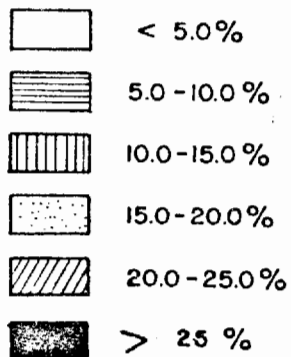
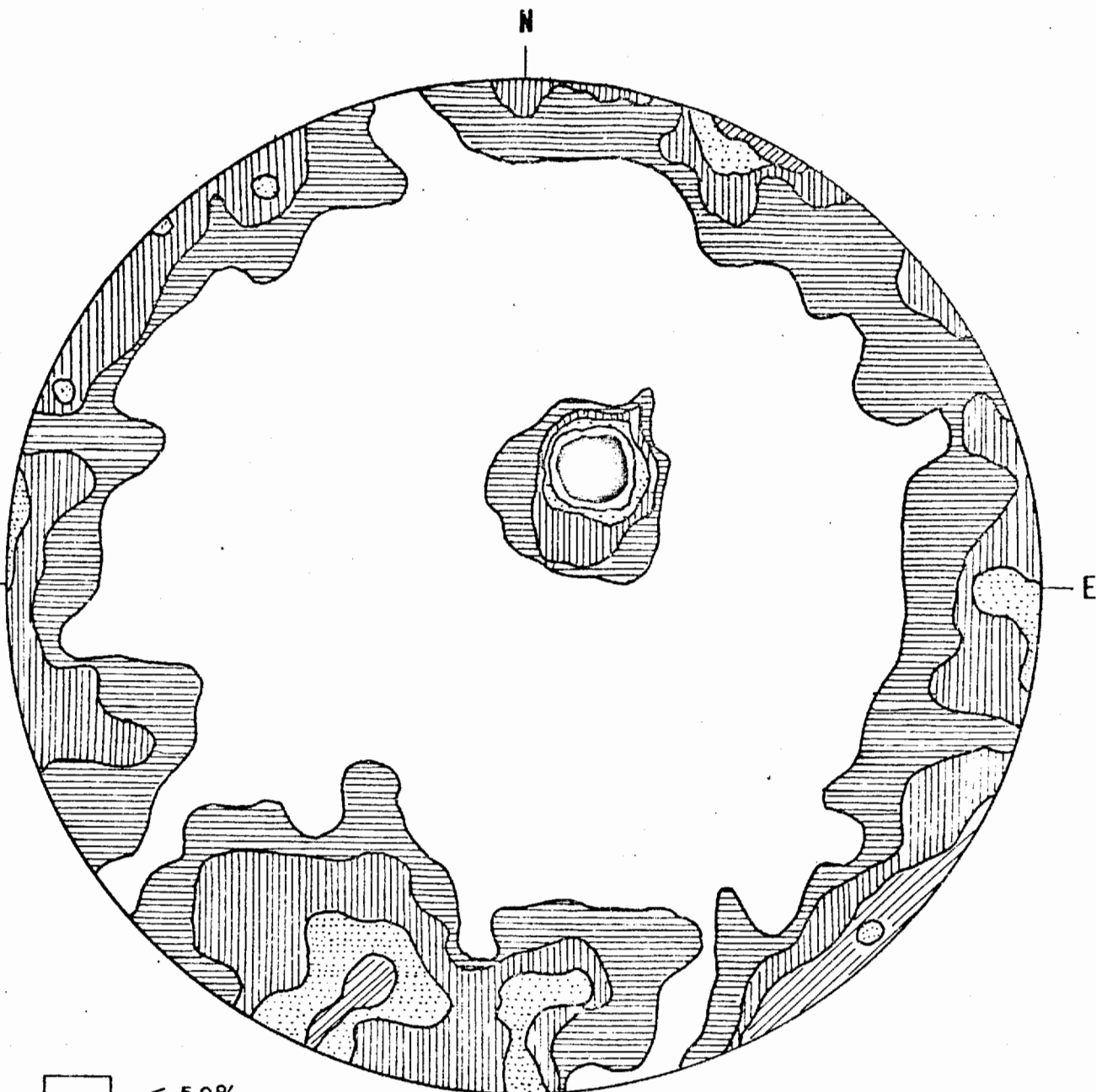
Numero de polos : 159

FIGURA 24
 DIAGRAMA DE FRECUENCIAS
 DE DIACLASAS EN AGLOME-
 RADOS.



Número de polos : 226

FIGURA 25
 DIAGRAMAS DE FRECUENCIAS
 DE DIACLASAS EN LUTITAS



Número de polos : 521

FIGURA 26
 DIAGRAMA DE FRECUENCIAS
 DE DIACLASAS EN TODA EL
 AREA.

Hay que indicar que aunque los aglomerados no presentan el mismo número de sistemas de diaclasas hay una relación de cierto sistema que afectan tanto al anterior como a las lutitas.

Analizando estos diagramas se concluye que hay una mayor concentración de diaclasas, de dirección NO y NE, ambas subverticales, la otra es subhorizontal y ocurre concordante con la estratificación.

Teniendo presente los dos primeros, se puede decir que son productos de fuerzas compresionales con dirección NS que afecta toda el área.

4.5. HIDROGEOLOGIA

Para hablar de este tema debemos hacer dos principales consideraciones relativas a la circulación superficial y a la circulación subterránea de las aguas.

Abordemos brevemente cada uno de estos; la circulación superficial es intermitente. Ocurre solamente en régimen invernal entre los meses de enero a abril.

La descarga se produce por una serie de quebradas las que luego de aportar a cauces principales, finalmente arrojan sus aguas al río Daule que es uno de los princi-

pales cursos permanentes de la región.

Por otro lado, tenemos anisotropía constituida por alternancia de arenisca y lutitas y extensos afloramientos de aglomerados masivos de condiciones hidrogeológicas malas, es decir baja porosidad efectiva, poca permeabilidad, lo que contribuyen negativamente para la circulación de aguas subterráneas y hacen que la zona también carezca de sistema acuífero alguno.

Solamente, los pequeños depósitos aluviales arenas y gravas y terrazas aisladas tienen excelentes condiciones hidrogeológicas para cualquier infiltración. Los reducidos espesores de estos depósitos, hacen que la ocurrencia de acuíferos en estos terrenos quede también descartada.

Pese a estas características, la porosidad secundaria generada por el extenso fracturamiento en las lutitas, permite en ciertas áreas una reducida circulación subterránea inferida por la presencia de dos pequeños pozos observados en la investigación, mes de agosto, los mismos que con seguridad serán agotados en el transcurso del año (Foto 1).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El área del Campus Politécnico comprende 690 Has. de terreno colinado cuyas cotas se incrementan de este a oeste se encuentra íntegramente sobre la parte mas superior de la Fm. Cayo propiamente dicha, y a unas decenas de metros de la Fm. o Miembro Guayaquil.

CONCLUSIONES

- Morfológicamente se distingue una área relativamente plana de poca extensión y otra, en la que la mayor parte es accidentada, con pendientes mayores al 40%, lo que la hace digna de consideración desde el punto de vista constructivo.
- Existe un patrón de drenaje dendrítico paralelo que corre predominantemente hacia el norte con cuatro cauces principales, dos de los cuales servirían para la construcción de lagos artificiales.
- Litológicamente se distinguen predominantemente tres tipos de rocas: 1) aglomerados, 2) lutitas, 3) arenisca en orden de abundancia en el área.
- Los aglomerados se presentan en forma masiva ocasional-

mente con estratos de lutitas y/o areniscas interestratificadas. Estos aglomerados son los que presentan mayores espesores.

- Las lutitas se encuentran predominantemente en la zona oeste del área, son resistentes a la meteorización, tienen un mayor sistema de diaclasas y se presentan en espesores moderados.
- Las areniscas son las de menor ocurrencia, de poco espesor, se presentan generalmente alternadas, con lutitas.
- Se ha considerado al área geológicamente, como una estructura monoclinal pues sus estratos tienen una dirección preferencial N (60-80°)O y buzan hacia el SO con una inclinación entre 10° a 20°.
- Todas las rocas están diaclasadas de menor a mayor intensidad. Los aglomerados son los menos afectados. Le siguen las areniscas mientras que las lutitas son los mayormente afectados.
- Se presentan concentraciones de diaclasas con dirección NO y NE ambas subverticales, lo que indica que fuerzas compresionales norte-sur afectan el área.

- Los estratos individuales del área para su mejor entendimiento y reconocimiento geológico han sido asociados en tres grupos, en función del carácter litológico dominante y distinguible que sirvan de referencia para futuros estudios y conclusiones en la Fm. Cayo.
- Primer grupo, dominado por la presencia de una alteración de aglomerado, lutita y arenisca de espesores que no pasan de los 12 m. constituyendo la parte este del área.
- Segundo grupo, dominado por los aglomerados que presentan espesores mayores de 50 m. en comparación a lo que se observa en los otros tipos de rocas.
- Tercer grupo, dominado por lutita, al oeste del área, donde los aglomerados y areniscas presentan espesores pequeños.

RECOMENDACIONES

- Integrar este estudio dentro de una investigación detallada de la Fm. Cayo en esta región. Por las cercanías de Guayaquil, completarla hasta la Fm. o Miembro Guayaquil por la parte superior de la columna medida, y desde la base de esta hasta la Fm. Piñón, tra

tando de individualizar y distinguir al Miembro Calentura (si es que existe como tal) en una metodología de asociación litológica por grupos como la que se ha planteado en esta tesis.

- Efectuar estudios con miras a correlacionar esta área con otras que se puedan medir y distinguir, en la misma formación, con el propósito de decifrar su historia geológica, su espesor, su distribución, su importancia tectónica, así como su aprovechamiento económico.
- Conocida en detalle y determinado sus contactos de la Fm. Cayo. Sería muy valioso tener un conocimiento igual de la Fm. Cayo en la Sierra para poderlas correlacionar regionalmente ya que tiene gran importancia como formación por su amplia presencia en el Ecuador.
- Desde el punto de vista urbanístico se recomienda respetar al máximo las condiciones naturales del lugar, a más de contribuir al mantenimiento del equilibrio ecológico natural, conlleva ventajas económicas y estéticas, pues evitan los ingentes gastos que demandan el movimiento de tierra y se mantiene el paisaje natural.

ANEXOS

PROYECTO

DESCRIPCION DE AFLORAMIENTOS

AREA :			OBRA :			SITIO :		
COORDENADAS :				COTA :		PELDA :		ELEVACION :
ESTACION :		DISTRIBUCION DE AFLORAMIENTOS		FORMA DE ROCA :			COLOR M S	
PUNTO AUTOS :		E E						
TEXTURA :							DENSIDAD	
							A M B	
ESTRUCTURAS :							DEFORMABIL.	
							FRAG. DUCT. PLAST.	
COMPOSIC.	%	PLAN. (RD)	ANGUL.	FORMA	GENESIS	METEORIZACION		ALTERNANCIAS
						P LM BR AS B		
						RESISTENCIA		M S
						PR B B CP		
						POROSIDAD		A B B
						PERMEABILIDAD		A U S
						PRIMARIA (P) SECUNDARIA (S)		
DISCONTINUIDADES: ESTRATIFICACION, FELLAS, DIACLASAS, VEGES, CONTACTOS								
GRUPO	ORIENTACION	FRECUENCIA	CONTORNOS (S)	FORMA Y REGULARIDAD	ANGULO DE DIVERGENCIA	MAYORAL RELATIVO	RESISTENCIA (M) PARA ESCAVACION	
NIVEL FREATICO				FENOMENOS EROSIVOS			VEGETACION	
MANANT.	POZO	PH	TEMPERAT.					
			A M B					
SUELOS		GENESIS:		PERFIL METEORIZACION	GRAFICO / OBSERVACIONES			
TEXTURA	%	PLAN. (RD)	ANG.	FORMA				
FRAGMENTO	%	PLAN. (RD)	ANG.	FORMA				
COLOR (M)	%	PLAN. (RD)	ANG.	FORMA				
PLASTICIDAD	A	U	B	CP				
POROSIDAD	A	B	B					
RESISTENCIA	A	B	B					
PERMEABIL.	A	B	B					
CONTINACC.	A	B	B					
ESPESOR	(VERTICAL)							
TALUDES	MAYORAL	ELEVACION						
						FOTO:	ROLLO:	

FOTO N^o 1FOTO N^o 2



FOTO Nº 3

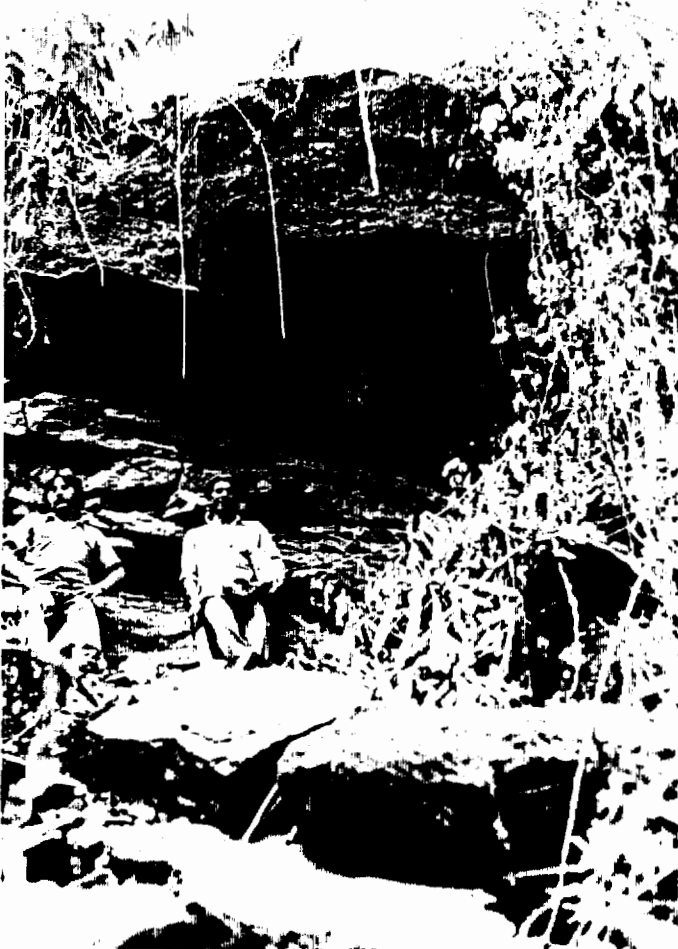


FOTO Nº 4

FOTO N^o 5FOTO N^o 6

MULTIANUALES TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1960	25.6	25.2	25.9	26.5	25.5	23.5	23.6	23.4	24.2	23.8		26.0
1961	26.1	26.1	26.2	26.1	25.6	24.0	22.8	22.2	23.5	24.2	23.5	26.2
1962	25.9	26.0	25.7	26.0	25.1	23.4	23.1	23.2	23.8	23.9	24.9	26.0
1963	26.2	25.7	26.0	26.0	25.3	23.9	23.5	24.1	24.0	24.6	24.1	25.8
1964	25.5	25.8	25.9	25.9	24.8	23.6	22.8	23.4	23.4	23.9	24.6	25.2
1965	25.9	25.9	25.8	25.8	25.8	25.6	24.5	24.0	24.4	24.8	24.6	25.7
1966	26.2	26.1	26.1	26.2	25.6	23.9	23.3	24.1	24.1	24.3	24.7	25.4
1967	25.3	25.7	26.0	26.9	26.3	24.1	23.2	23.9	23.7	24.2	23.7	24.8
1968	26.0	26.3	26.4	26.8	24.8	23.7	24.0	23.7	24.2	23.9	24.9	25.8
1969	26.7	27.4	27.0	27.1	27.0	26.2	23.9	23.7	24.4	24.8	25.4	26.6
1970	26.7	26.8	26.8	26.8	25.6	24.6	23.3	23.2	23.7	24.3	24.4	25.8

MULTIANUALES TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1971	26.0	25.6	25.6	26.0	24.5	24.1	23.4	23.4	23.9	23.7	25.7	24.7
1972	26.0	25.9	26.1	26.8	26.7	25.9	25.9	25.5	25.2	25.6	27.0	26.0
1973	26.4	26.4	26.9	26.6	25.8	24.6	23.1	23.1	24.0	23.8	24.5	25.0
1974	26.0	25.6	26.1	26.7	25.9	24.4	23.5	23.4	23.5	23.6	25.6	24,9
1975	25.6	24.9	25.9	26.0	25	24.2	22.3	22.4	23.2	23.6	24.3	24,2
1976	24.7	24.7	25.7	26.0	25.9	25.4	24.7	24.4	23.9	23.8	26.1	25.0
1977	25.7	25.9	26.5	26.5	25.8	24.9	23.8	23.4	23.6	24.1	26.2	25.1
1978	26.5	26.6	26.4	26.1	26.1	24.4	23.8	23.4	23.8	24.1	25,8	25.2
1979	26.2	26.9	27.0	26.6	26.3	25.2	23.4	23.8	24.7	24.9	25.7	25.4
TOTAL	519.2	519.5	524	527.3	513.4	489.6	471.9	472,2	479.2	484.1	466,3	514,2
PROMEDIO	25,96	25,98	26,2	26,37	25,67	24,48	23,60	23,61	23,96	24,21	24,54	25,71

HUMEDAD RELATIVA

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1960	78	82	76	79	79	79	77	77	77	78		77
1961	80	84	82	82	77	81	80	77	76	75	72	78
1962	77	78	79	77	75	77	76	74	72	72	70	74
1963	70	80	81	73	76	76	76	75	74	73	71	74
1964	80	83	85	82	78	79	78	74	74	74	73	77
1965	73	79	84	85	83	78	75	73	74	73	74	76
1966	80	82	81	78	77	76	77	75	72	73	70	75
1967	82	82	78	69	70	73	73	70	69	69	71	73
1968	73	73	73	67	70	73	72	71	70	70	70	70
1969	68	70	80	80	77	78	76	74	71	70	69	73
1970	75	75	73	76	78	76	74	72	71	70	68	72

HUMEDAD RELATIVA

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1971	71	77	83	75	73	75	75	73	71	72	70	73
1972	75	83	83	78	75	79	76	72	73	73	71	76
1973	85	85	81	77	79	79	77	74	74	73	70	77
1974	67	76	74	72	73	76	76	74	75	73	68	72
1975	74	85	84	79	74	78	77	76	75	74	74	76
1976	81	85	86	83	81	79	78	78	75	74	74	78
1977	81	82	82	78	73	76	75	74	70	72	74	75
1978	73	77	76	76	73	76	73	72	72	72	71	73
1979	75	73	73	76	70	73	74	73	71	72	70	72
TOTAL	1518	1591	1594	1542	1511	1537	1515	1478	1456	1452	1350	1391
PROMEDIO	75.9	79.55	79.7	77.1	75.55	76.85	75.75	73.90	72.75	72.6	71.05	69.55

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1.960	198.2	89.6	356.8	72.3	33.9	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	11.0
1.961	161.8	295.2	111.2	130.9	1.0	2.4	2.0	0.0	1.7	0.0		0.4
1.962	170.6	165.7	166.8	50.5	46.7		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
1.963	51.8	253.5	186.0	68.2	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.6
1.964	266.9	95.3	299.1	177.1	12.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
1.965	122.8	127.2	433.7	385.1	207.5	14.7	0.0	0.0	2.2	3.1	5.6	34.0
1.966	529.3	175.1	173.9	49.8	12.4	1.7	0.0	0.1	0.0	18.4	0.6	9.6
1.967	501.6	364.5	116.7	10.8	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.4
1.968	90.6	137.7	131.4	23.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	1.8
1.969	62.0	100.8	415.0	197.5	24.8	125.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3
1.970	129.0	84.7	100.7	100.7	164.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	7.1

MULTIANUALES DE PRECIPITACION

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1971	95.0	65.4	429.5	54.0	7.9	3.7	0.0	0.0	1.6	0.0	0.6	2.1
1972	220.4	330.4	406.9	142.7	34.6	151.6	0.0	0.0	0.4	0.7	0.6	84.8
1973	701.3	210.8	491.6	180.7	135.7	2.9	0.0	5.5	2.7	0.0	0.0	16.3
1974	174.4	123.7	81.3	84.1	69.3	0.3	0.2	0.0	4.3	3.4	2.3	24.4
1975	135.2	351.3	472.7	143.9	0.0	2.8	3.1	1.6	0.3	11.1	1.0	2.3
1976	282.6	539.1	369.2	165.1	92.3	5.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	35.7
1977	111.5	280.0	282.8	31.4	1.0	13.2	0.0	0.0	21.9	1.2	0.0	2.2
1978	50.3	182.0	97.3	45.7	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.5
1979	124.4	47.0	71.5	240.5	10.7	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
TOTAL	4179,7	401,9	5194,1	2381,8	894,4	331,5	6.1	7.7	35.1	57.4	13.1	309.5
PROMEDIO	208,99	200,95	259,7	199,09	44,72	17,45	0,31	0,39	1,76	2,87	0,69	15,62

RUMBO DE LOS ESTRATOS

<u>RANGO</u>	<u>NUMERO</u>	<u>%</u>
0-10	0	0
11-20	1	0.64
21-30	0	0
31-40	1	0.64
41-50	0	0
51-60	1	0.64
61-70	3	1.91
71-80	2	1.27
81-90	0	0
91-100	8	5.10
101-110	10	6.37
111-120	7	4.46
121-130	4	2.55
131-140	1	0.64
141-150	1	0.64
151-160	0	0
161-170	1	0.64
171-180	1	0.64
181-190	1	0.64
191-200	0	0
201-210	1	0.64
211-220	0	0

<u>RANGO</u>	<u>NUMERO</u>	<u>%</u>
221-230	2	1.27
231-240	1	0.64
241-150	4	2.55
251-260	7	4.46
261-270	7	4.46
271-280	8	5.10
281-290	19	12.10
291-300	33	21.02
301-310	18	11.46
311-320	9	5.73
321-330	5	3.18
331-340	1	0.64
341-350	0	0
351-360	0	0

TOTAL DE DATOS: 157

BUZAMIENTO DE LOS ESTRATOS

<u>RANGO</u>	<u>NUMERO</u>	<u>%</u>
1-10	20	12.74
11-20	76	48.41
21-30	53	33.76
31-40	5	3.18
41-50	1	0.64
51-60	0	0
61-70	1	0.64
71-80	0	0
81-90	1	0.64

TOTAL DE DATOS: 157

RUMBO DE DIACLASAS

<u>RANGO</u>	<u>NUMERO</u>	<u>g</u>
1-10	17	3.27
11-20	14	2.69
21-30	14	2.69
31-40	17	3.27
41-50	17	4.42
51-60	23	1.54
61-70	8	2.31
71-80	12	0.77
81-90	4	1.15
91-100	6	2.31
101-110	12	1.73
111-120	9	1.35
121-130	7	1.15
131-140	6	0.96
141-150	5	1.54
151-160	8	1.92
161-170	10	6.15
171-180	32	1.35
181-190	7	1.54
191-200	8	1.73
201-210	9	1.15

<u>RANGO</u>	<u>NUMERO</u>	<u>%</u>
211-220	6	1.15
221-230	6	1.15
231-240	6	1.15
241-250	7	1.35
251-260	9	1.73
261-270	33	6.35
271-280	16	3.08
281-290	30	5.77
291-300	53	10.19
301-310	35	6.73
311-320	24	4.62
321-330	15	2.88
331-340	16	3.08
341-350	15	2.88
351-360	4	0.77
TOTAL DE DATOS:	521	

BUZAMIENTO DE LAS DIACLASAS

<u>RANGO</u>	<u>NUMERO</u>	<u>%</u>
1-10	2	0.38
11-20	28	5.37
21-30	42	8.06
31-40	12	2.30
41-50	23	4.41
51-60	33	6.33
61-70	93	17.85
71-80	119	22.84
81-90	169	32.44

BIBLIOGRAFIA

- Asesoría Técnica de Petróleo del Ministerio de Industrias y Comercio. Reporte Geológico de la Costa Ecuatoriana. Quito. Abril, 1966.
- BILLINGS, MARLAND. Geología Estructural. Buenos Aires. Editorial EUDEBA, 1963, 564 p.
- BRISTOW, ROGER. Edad de la Formación Cayo. 23-27 p.
- COLMAN, J.A.R. Guidebook to the Geology of the Santa Elena Peninsula. Quito: Ecuadorian Geological and Geophysical Society, 1970.
- COMPTON, ROBERT. Geología de Campo. México: Editorial Pax-México, 1962, 478 p.
- CORRALES, I. ROSELL, J. SANCHEZ, L. VERA, J. y VILAS, L. Estratigrafía. España, Editorial Rueda, 1977. 718 p.
- CISNEROS, GIOVANI, Revisión de la Geología del Sur Oeste Ecuatoriano. Guayaquil, 1976, 108 p.
- DENNISON, JOHN. Analysis of Geologic Structures. New York: Editorial W.W. Norton & Company, 1968. 209 p.
- FEININGER, T. y BRISTOW, R. Cretaceous and Paleogene Geologic History of Coastal. Ecuador. 1980, 849 - 874 p.
- FOLK, ROBERT. Petrología de las Rocas Sedimentarias. México; Instituto Geológico de la UNAM. 1969. 405 p.

- FAUCHER, B. y SAVOYAT, E. Esquema Geológico de la Costa Ecuatoriana. Devue de Geographie et de Geología Dynamique. Guayaquil. Traducción de Benitez, E., 1975.
- HOFFSTETTER H. Léxico Estratigráfico Internacional, Fascículo V. Centre National de la Recherche Scientifique, París, 1977.
- KRUMBEIN, W.C. y SLOSS, L.L. Estratigrafía y Sedimentación. México. Centro Regional de Ayuda Técnica. 1969. 778 p.
- M.O.O.P.P. Estudio Geológico definitivo de la vía Perimetral Guayaquil.
- LINSEY, RAY. KOHLER, MAX. PAULUS, JOSEPH. Hidrología para Ingenieros. Colombia: Editorial, Mc Graw Hill Latinoamericana S.A. 1975. 387 p.
- OEA. Survey for the development of the Guayas River Basin of Ecuador. 1964. 225 p.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. Informe técnico N° 6. Mineral de Hierro y Baritina. Quito: Junio 1969. SIP.
- SAUER, WALTHER. Geología del Ecuador, Quito: Ed. del Ministerio de Educación. 1965.
- SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA. Asesoría Técnica de Petróleos del Ministerio de Industrias y Comercio. Informe Geológico Preliminar sobre las posibilidades petrolíferas de las Cuencas Sedimentarias del Ecuador, 1966. 94 p.

- UNIDAD DE PLANIFICACION. ESPOL. Estudio del contorno físico-espacial del Campus Politécnico. Guayaquil, 1979. 31 p.

- URIA, MARCELO. Geología para los estudios de prefactibilidad de la Presa Salanguillo. Guayaquil: Tesis de grado, 1979. 183 p.

- WILLIAMS, H. TURNER, F. GILBERT, Ch. Petrografía México: Compañía - Editorial Continental, S.A. 1968, 430 p.