

EL AGUA ES VIDA



**MEMORIAS**  
**DEL 1er. SIMPOSIO**  
**SOBRE AGUAS SUBTERRANEAS**  
**Y**  
**PERFORACION DE POZOS EN**  
**EL PARAGUAY**

22 a 26 de Julio de 1991  
Casa de la Cultura (Salón de Actos)  
Asunción - Paraguay

Departamento Abastecimiento Agua para el Chaco(CNDRICH-MDN)  
Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA-MSPBS)  
Corporación de Obras Sanitarias de Asunción(CORPOSANA)

*1er. Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay  
22 al 26 de Julio de 1991  
Asunción - Paraguay*

## CONSIDERACIONES MORFOESTRUCTURALES Y ESTRATIGRAFICAS DE LA ANTIFORMA DE ASUNCION Y SU RELACION CON LA EXPLORACION DE AGUAS SUBTERRNEAS

por

*Dario Gomez D. \**

**RESUMEN** -- La intensa urbanización, la instalación de plantas industriales, pequeños tambos y granjas a lo largo de la Ruta I entre Asunción y Paraguari, presenta una gran demanda de agua para cubrir las necesidades de las actividades mencionadas.

El objetivo de este trabajo es presentar algunos aspectos morfoestructurales y estratigráficos de la Antiforma o Alto Asunción, localizado entre Asunción y Paraguari, que puedan tener importancia en la exploración de las aguas subterráneas.

Se presenta y propone la columna estratigráfica de la zona con descripciones generales y divisiones litoestratigráficas, así como el comportamiento estructural (tectónicas y sedimentarias) de la secuencia.

En base a las consideraciones geomorfológicas, estructurales y estratigráficas, se presenta un modelo morfoestructural que podrían tener importancia en el potencial de aguas subterráneas en el área.

### INTRODUCCION

La intensa urbanización, la instalación de plantas industriales, pequeños tambos y granjas (a lo largo de la Ruta I, entre Asunción y Paraguari), exige un gran volumen de agua para cubrir la demanda de consumo de las diferentes actividades mencionadas.

El objetivo del presente trabajo es presentar algunos aspectos morfoestructurales y estratigráficos de la Antiforma de Asunción que pueden tener importancia en la Exploración de aguas subterráneas.

Entendemos como Antiforma de Asunción (*LIVIERES, R.A. & QUADE, H., 1987*) el alto topográfico que se extiende entre Benjamin Aceval, Asunción Ypané y Paraguari considerado por varios autores como Alto de Asunción (v. gr. *ANONIMO, 1986*) con una extensión de unos 90 Km de largo y 30 Km de ancho como máximo (Fig. 1).

\* UNA - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Dpto. de Geología  
MOPC - Subsecretaría de Minas y Energía, Dir. de Recursos Minerales

Los datos presentados aquí fueron obtenidos en numerosos trabajos de campo realizados en la Catedra de Geología de Campo de la Carrera de Geología de la FACEN - UNA y de la Dirección de Recursos Minerales de la Subsecretaría de Minas y Energía del MOPC, así como actividades privadas.

### GEOMORFOLOGIA

La Antiforma de Asunción, constituye una unidad geomorfológica bien delimitada y orientada en dirección Noroeste - Sureste, en las que se distinguen lomas bien desarrolladas con afloramientos rocosos y profundos suelos arenosos.

Bordean sus límites oriental y occidental cerros o cadenas de cerros, algunos con intrusivas básicas, cuarcitas o metareniscas con disyunción columnar. El primer borde es más abrupto uniéndose con la planicie del Lago Ypacarai; el borde occidental se une más suavemente con la planicie que lo limita (Cuenca del Cañabé/Yuguyty) con algunos picos en los alrededores de Yaguarón (Fig. 2).

La red hidrográfica, con evidente control estructural, se dirigen a las planicies vecinas con direcciones Sur - Norte y Noroeste/Suroeste limitando lomas o cerros exponiendo profundos suelos arenosos o rocas del sustrato (Fig. 2).

El río Paraguay, corre en su porción boreal acomodándose a las manifestaciones litológica-estructurales, como toda la red hídrica.

### ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica de la Antiforma presenta la siguiente secuencia general: (Cuadro 1 y Fig. 3) siguiendo de lo más antiguo a lo más joven.

En la ladera oriental del cerro localizado inmediatamente al Oeste del pueblo de Cerro León (Cordillera de Yaguarón según la Carta Nacional 5469 I "Paraguay", IGM, 1.969), se encuentran rocas alteradas de textura gnéisica, con abundante cristales de cuarzo y feldespatos alterados formando bandas y vetas de cuarzo. En su aspecto general nos recuerda a las rocas Precámbricas gneisicas del complejo Metamórfico del río Tebicuary (ANONIMO, 1986).

Suprayace a lo anterior un conglomerado grueso de clastos redondeados a subredondeados de cuarzo de veta y cuarcitas con matriz subarcósica gruesa; al parecer esta litología pertenece la Formación Paraguari, base del Grupo Caacupé del Ordovícico/Silurico iniciando la manifestación de todas las formaciones del mencionado Grupo (Cuadro 1) seguido por las formaciones del Grupo Itacurubí del Silúrico en total acuerdo con *Harrington H.* (1972), que dice todas las unidades del Silúrico están representadas esta faja (corresponden a los afloramientos que se extiende desde el Norte de Caacupemi hasta las proximidades de Cerro León (Fig. 3).

Una secuencia de sedimentos rojos de caracter fluvial, que mucho tiempo fue considerado como de la Formación Misiones (*Harrington. H.* 1950), es agrupado actualmente en la Formación Patiño, después de varios trabajos sobre el mismo (*GOMEZ DUARTE, D. R. 1979 Ined., FRANCO, V - GOMEZ DUARTE, D.R. - SPINZI, A., 1.980; GOMEZ DUARTE, D.R., 1.985; GOMEZ DUARTE, D.R., 1986; GOMEZ DUARTE, D.R. 1990; ANONIMO, 1986*), consideramos que puede ser considerado como Grupo

Este Grupo presenta una base de conglomerado lítico o polimíctico a fanglomerado con clastos de rocas sedimentarias de los grupos Caacupé e Itacurubi del Silúrico (Cerro Patiño) sobre las que reposa, y conglomerados líticos a fanglomerados líticos brechosos con clastos de rocas ígneas alcalinas del Mesozoico (Al Norte de Aregua, Cerro Yaguarón, Cerro Perú, entre otros), seguido por areniscas guijarrosas y areniscas gruesas, según una secuencia gradada en la que en los niveles más altos, son frecuentes las areniscas gruesas mal seleccionadas y conglomerados líticos intraformacionales o niveles de siltitas ocráceas (Yaguarón - Nandua) quedando como techo unas areniscas rojas, mal seleccionadas, ortocuarcíticas rojizas y masivas, friables, descritas inicialmente por *Harrington H.* (1950), en Itapytapunta (inmediaciones de Asunción).

Por las evidencias litológicas y las secuencias observadas, la Formación Patiño se depositó después de los eventos tectonomagmáticos del Cretácico (N77° W/30° SSW: W77°/35 WSW), y su techo está definido por la edad de las intrusivas del Terciario Medio de la Formación Ñemby (*PALMIERI, J.H. - VELAZQUEZ, J. C., 1982*).

Debemos destacar que en las laderas del Cerro Lambaré, en los barriancos de la Bahía de Asunción (Palacio de Gobierno y la Casa Viola) las proximidades del Puerto Botánico y en la ciudad de Villa Hayes se encuentran una roca (grauwaca)

medianamente diagenizada a diagenizada de color verdoso, de grano grueso a conglomerádico con abundantes clastos de rocas ígneas oscuras y fragmentos de rocas sedimentarias rojizas (del tipo Patiño), con estratificación cruzada (?) de escala media a grande y buzamientos generales entre 20° y 30° al Oeste.

Finalmente, un suelo arenoso mal seleccionado de diferentes espesores, considerados residuales y gravas de clastos angulosos de cuarcitas e ígneas básicas, en casos algo diagenizadas, se manifiestan en las lomadas o barrancos (Formación San Antonio, *PALMIERI, J.H. - VELAZQUEZ, op. cit.*).

### ESTRUCTURAS

Las hipótesis de que el Valle de Ypacaraí es una graben formado entre dos fallas (*Harrington, H., 1950; 1956; 1972*) o que corresponden a fallas escalonadas o paralelas con fuerte buzamientos al Suroeste (*PUTZER, H., 1962*), fueron en gran parte negadas por *Degraff M.J. - Franco, R. - Orué, D. (1981)* quienes indican que: 1) la zona ubicada al Oeste del Valle de Ypacaraí predominan fallas normales de dirección Norte - Sur; 2) el descubrimiento en la misma zona de dos fallas probablemente normales y de dirección Norte - Sur, cuyos lados occidentales habrán descendido 925 m y 1125 m como máximo con respecto a sus lados orientales; y 3) la conclusión de que el borde oriental del valle no está asociado genéticamente con una falla de rechazo vertical y de dirección Noroeste, se propone que el valle de Ypacaraí, habría evolucionado por erosión selectiva a lo largo de una falla de cizallamiento de sentido dextrógioco que correría actualmente a lo largo del valle.

Independientemente, de rechazar o aceptar las hipótesis, presentamos aquí, algunos datos de primera mano.

Consideramos que la Antiforma de Asunción es el resultado de:  
1°. Tectonismo que afecta la zona en cuestión generando una fosa limitada por rocas del silúrico (Línea Villeta-Carapegua y Línea Emboscada-Cerro Santo Tomas); 2°. Sedimentación o carga de la fosa con aportes de fragmentos de los macisos rocoso circundantes.

En la Antiforma de Asunción, pueden distinguirse sin dificultad una serie de lineamientos estructurales evidenciados en los sensores remotos y por el compor-

lamiento geométrico de los cursos de aguas como se ve en el Diagrama de Frecuencias de Alineaciones en Fotos Aéreas y la Fig. 2.

Las mediciones realizadas en afloramientos indican los siguientes datos :

#### ESTRATOS EN EL LADO ORIENTAL DEL VALLE DE YPACARI

Grupo Caacupé en la Cordillera de los Altos  
Fm. Cerro Hú: Rumbo y Buzamiento:  $N05^{\circ}W/3^{\circ}ENE$

Grupo Itacurubi en Itacurubi de las Cordilleras  
Fm. Cari'y: Rumbo y Buzamiento:  $N15^{\circ}W/5^{\circ}ESE$

#### ESTRATOS EN LA ANTIFORMA DE ASUNCION

Grupo Caacupé en :  
Caacupemi : Rumbo y Buzamiento:  $N30^{\circ}W/27^{\circ}SW$  (Fm. Cerro Hú)  
Ant. Parabol: Rumbo y Buzamiento:  $N55^{\circ}W/37^{\circ}SW$

Grupo Itacurubi en:  
Caacupemi: Rumbo y Buzamiento:  $N25^{\circ}W/39^{\circ}SW$  (Fm. V. Peña)  
Ant. Parabol: Rumbo y Buzamiento:  $N48^{\circ}W/32^{\circ}SW$  (Fm. Cari'y)  
Itagua : Rumbo y Buzamiento:  $N60^{\circ}W/27^{\circ}SW$  (Fm. E. Ayala)

#### FRACTURAS EN EL LADO ORIENTAL DEL VALLE DE YPACARAI

Cerro Caacupé: Rumbo y Buzamiento:  $NE-SW/80^{\circ}NW$ ;  $NW-SE/85^{\circ}SW, NE$

Cerro S. Bernardino: R. y Buzamiento:  $E-W/65^{\circ}N$ ;  $N-S/85^{\circ}W; E$

#### FRACTURAS EN LA ANTIFORMA DE ASUNCION

Itagua: Rumbo y Buzamiento:  $N-S/80^{\circ}E$

## ANÁLISIS MORFOESTRUCTURAL

De manera preliminar, se pueden distinguir unidades morfoestructurales con límites bien definidos por lineamientos así como por estructuras sedimentarias y tectónicas generales.

En este trabajo se reconocen las siguientes unidades pequeñas, denominados bloques por sus formas geométricas, de esta manera se nombran los siguientes Bloques : (Fig. 4).

### A) BLOQUE BENJAMIN ACEVAL

Unidad orientada en dirección Norte-Sur, limitada por los ríos Verde y Confuso, y en la que aflora la porción superior del Grupo Patiño (Fm. Ytapyunta; Fm. Lambaré) y su suelo residual profundo característico. En varios sitios se localizan intrusivas básicas, diques con metareniscas de disyunción columnar y cuarcitas; en su porción boreal está cubierta por gravas gruesas en algunos casos gravas caídas.

Los lineamientos N-S; NE-SW y NW-SE son frecuentes y notables en zonas tectonizadas en intrudidas.

El río Paraguay manifiesta una estructura de gran porte en su límite austral.

### B) BLOQUE LIMPIO

Este Bloque tiene una orientación Noroeste-Suroeste, limitado al Este por la Planicie del Río Salado y al Oeste por un lineamiento fotogeológico concordante con el borde general del valle de Ypacaraí.

Las lomadas tienen un eje de manifestación Norte-Sur, constituido por sedimentos de la porción superior del Grupo Patiño, con suelos residuales profundos, metareniscas columnares, cuarcitas e intrusivas básicas. En el borde oriental, se encuentran gravas de canto angulosos gruesos, líticos.

Su límite Norte es el río Paraguay y el Sur un lineamiento Noreste-Suroeste, paralelo al anterior.

### C) BLOQUE ASUNCION :

El control estructural de este Bloque se manifiesta por dos elementos estructurales perpendiculares evidenciados por el río Paraguay; la primera de dirección Noreste-Suroeste con su paralelo alineando el Cerro Ñemby con el Arroyo San Lorenzo; el segundo de dirección Noroeste - Sureste (del río Paraguay) y su paralelo el límite occidental del Bloque Limpio.

Su litología se caracteriza por la manifestación de la arenisca de Itapytá-punta y la grauwacka de Lambaré. En su borde occidental se manifiestan gravas a conglomerados levemente diagenizado de la Formación San Antonio.

Las intrusivas básicas son frecuentes a lo largo del río Paraguay, las cuarcitas y metareniscas columnares se manifiestan en las proximidades de los cuerpos intrusivos y en su límite oriental respectivamente.

Los lineamientos visibles indican un patrón Norte Sur y Sursuroeste, separados por un divisor de aguas de dirección Oeste-Este. Estos valores se manifiestan en los afloramientos de la Unidad Lambaré.

### D) BLOQUE CENTRAL

Esta zona está constituida por bloques más pequeños, controlados por lineamientos bien visibles, como puede observarse en la Fig. 4.

El extremo oriental es la escarpa occidental del valle de Ypacarí, y presenta una secuencia estratigráfica que se inicia con rocas Precámbricas ya mencionadas y estratos muy tectonizados de los Grupos Caacupé e Itacurubí, sobre las que reposa el conglomerado basal de la Fm. Patiño, seguido por la secuencia descrita en la Estratigrafía.

En numerosos sitios se encuentran diques de rocas básicas y metareniscas con disyunción columnar.

A modo de muestra de la complejidad estructural de este Bloque presentamos algunos detalles de los mismos :



**Estructuras Tectónicas :** En un análisis de fotografías aéreas de la porción centro oriental del bloque (Bloque Itagua Ypacaraí), hemos notado que los lineamientos son de direcciones Norte-Sur, Este-Oeste, Noroeste-Sureste y Noreste-Suroeste, conforme se observa el Diagrama de Frecuencias N° 1.

Mediciones de Rumbos y Buzamientos de Fracturas, indican, en general una equivalencia, destacándose las fracturas de Rumbo Norte-Sur con Buzamientos de gran ángulo al Oeste como indica el Diagrama N° 2.

**Estructuras Sedimentarias :** Las estructuras sedimentarias se destacan por manifestar buzamientos de fuerte ángulo, como indica el Diagrama N° 3, correspondiente a los estratos del Paleozoico (Grupos Caacupé e Itacurubí).

Los sedimentos del Grupo Patiño que se depositaron sobre los estratos de los grupos mencionados, indudablemente se acomodaron a la morfología resultante de tectonismo, es decir buzando al Suroeste, inicialmente, para cambiar en los niveles superiores, conforme va llenándose la fosa.

#### D) BLOQUE PARAGUARI - YAGUARON

Este Bloque se caracteriza por la presencia de una secuencia de sedimentos rojos que se inicia con un conglomerado a fanglomerado lítico brechoso que se manifiesta en la base del Cerro Perú de Paraguari, luego va pasando a estratos de sedimentos más arenosos con intercalaciones conglomerádicas de poco espesor, con disminución de los tamaños de clastos, los fragmentos líticos (mayor madurez) y coloración (la coloración rojiza es más intensa en los niveles inferiores), como puede observarse en el Cerro Yaguarón.

Las estructuras tectónicas más importantes se encuentran a lo largo de sus límites, especialmente el oriental.

### CONCLUSIONES

Conforme a lo expuesto aquí, creemos que cualquier programa de exploración debe tener en cuenta el comportamiento morfoestructural y estratigráfico de la Antiforma, dado que los eventos tectonomagmáticos manifestados han generado una serie de desplazamientos de bloques y su consecuente inclinación, metamorfismos, sedimentaciones, erosiones y redeposiciones que dificultan una definición en base a datos o experiencias regionales.

El potencial de los acuíferos se acentuarán al Oeste de la Antiforma en la parte central, siguiendo la dirección de los buzamientos generales, y disminuirían en dirección Este cuando más próximo esté al límite.

La extensión del Bloque A limita su potencial, debido a los contactos próximos con los sedimentos del Chaco, los numerosos cuerpos intrusivos, el metamorfismo y el tectonismo.

Los bloques B, C y E presentan mejores potenciales por su extensión y los espesores de sedimentos superiores; con excepción de los bordes orientales de B y E próximos a la base de la estratigrafía.

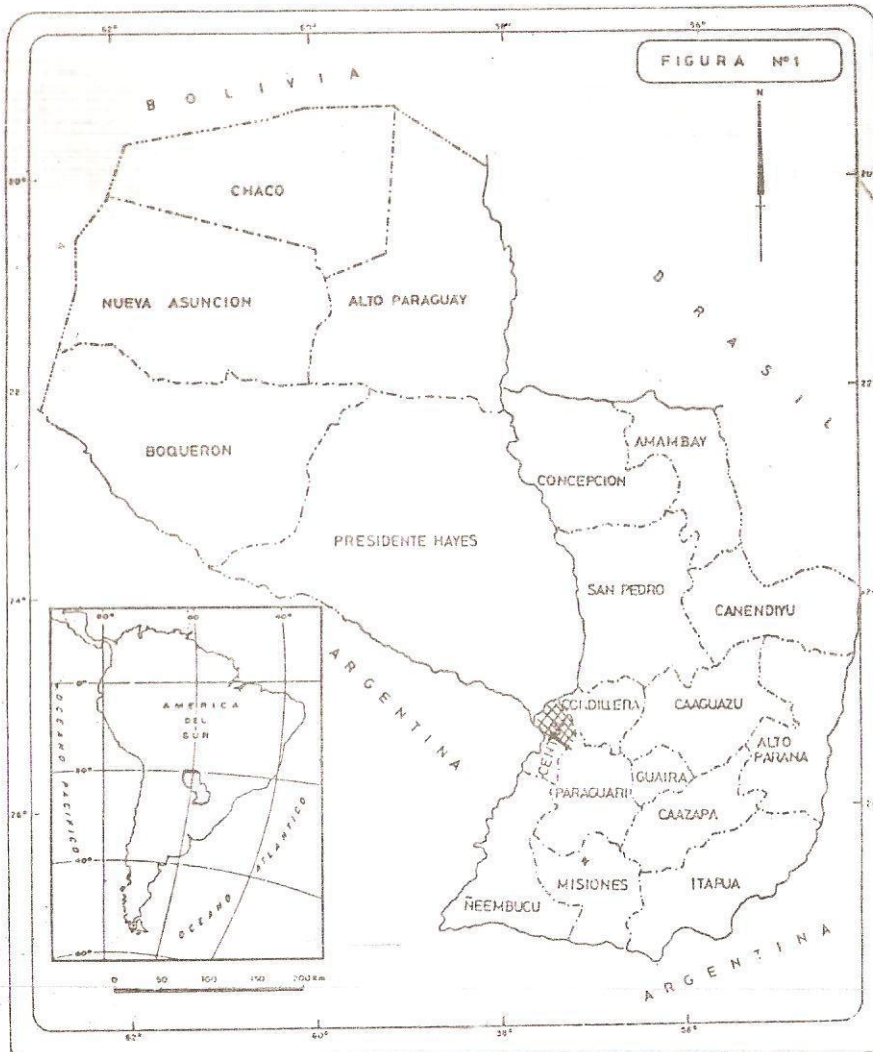
Finalmente, estos datos, considerados preliminares, deben ser aumentados con levantamientos más específicos y confrontados con la litoestratigrafía obtenidos de los pozos, de tal manera a lograr un modelo litológico-estructural de los bloques mencionados aquí o a definirse en estudios más detallados.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANONIMO (1986). Mapa Geológico del Paraguay, Texto, Proyecto PAR 83/005, - GOBIERNO PARAGUAYO - PNUD, Asunción - Paraguay.

DEGRAFF, J. - FRANCO, R. - ORUE, D. (1981). Interpretación Geofísica y Geológica del Valle Ypacarí (Py) y su Formación: Asociación de Geólogos Argentinos. Revista XXXVI (3) : 240-256-1554 0004 - 4822, Buenos Aires - Argentina.

- FRANCO, V.; GOMEZ DUARTE, D.R.; SPINZI, A.M.* (1960) Levantamiento Geológico del Cerro Patiño, DRM - MOPC, Asunción - Paraguay.
- GOMEZ DUARTE* (1979). Estudio Geológico del Bajo Chaco - Area Villa Hayes, Trabajo en la Catedra de Geología Aplicada, ICB - UNA, San Lorenzo - Paraguay.
- GOMEZ DUARTE, D.R.* (1985). Contribución al Conocimiento de la Geología del Chaco Paraguayo - Sur del Dpto. Pdte. Hayes, V Panel de Geología, Corrientes, Argentina.
- GOMEZ DUARTE, D.R.* (1986). Contribución al conocimiento de la Geología del Norte del Chaco Paraguayo, Comando en Jefe de las FF.AA. de la Nación, Lagerenza - Paraguay.
- GOMEZ DUARTE, D.R.* (1990) Manifestaciones de rocas ultramáficas en el extremo oriental de los Esteros de Ñeembucú; Primer Simposio Internacional de Rocas Alcalinas. FACEN - UNA, San Lorenzo - Paraguay.
- HARRINGTON H.S.* (1950). Geología del Paraguay Oriental - Facultad Ciencias Exactas Físicas y Matemáticas, Contribución Científica, Ser. E. Geol. Buenos Aires, Argentina.
- HARRINGTON, H.J.* (1956). en Jenks (ed), Handbook of South American Geology, U.S.G.S. Memoir. 65, 103-114. Washington, D.C., E.U.A.
- HARRINGTON, H. S.* (1972). Silurian of Paraguay, en W.B.N. Berry y A.J. Boucot, eds., Correlation of the South American Silurian Rock, pp 41-50.
- LIVIERES, R.A. & QUADE, H.* (1987). Distribución Regional y Asentamiento Tectónico de los Complejos Alcalinos del Paraguay, zbl. Geol. Palont. Teil I, Stuttgart, Alemania.
- PALMIERI, J.H. - VELAZQUEZ, J.C.* (1982). Geología del Paraguay, Ed. NAPA, Asunción - Paraguay.
- PUTZER, H.* (1962). Geología von Paraguay - Beitrage zur regionalen Geologia der Erde, Vol. 2; Gebrüder Bortraeder, Berlin - Alemania.



CONSIDERACIONES MORFOESTRUCTURALES Y ESTRATIGRAFICAS DE LA ANTIFORMA  
DE ASUNCION Y SU RELACION CON LA EXPLORACION DE AGUAS SUBTERRANEAS  
UBICACION

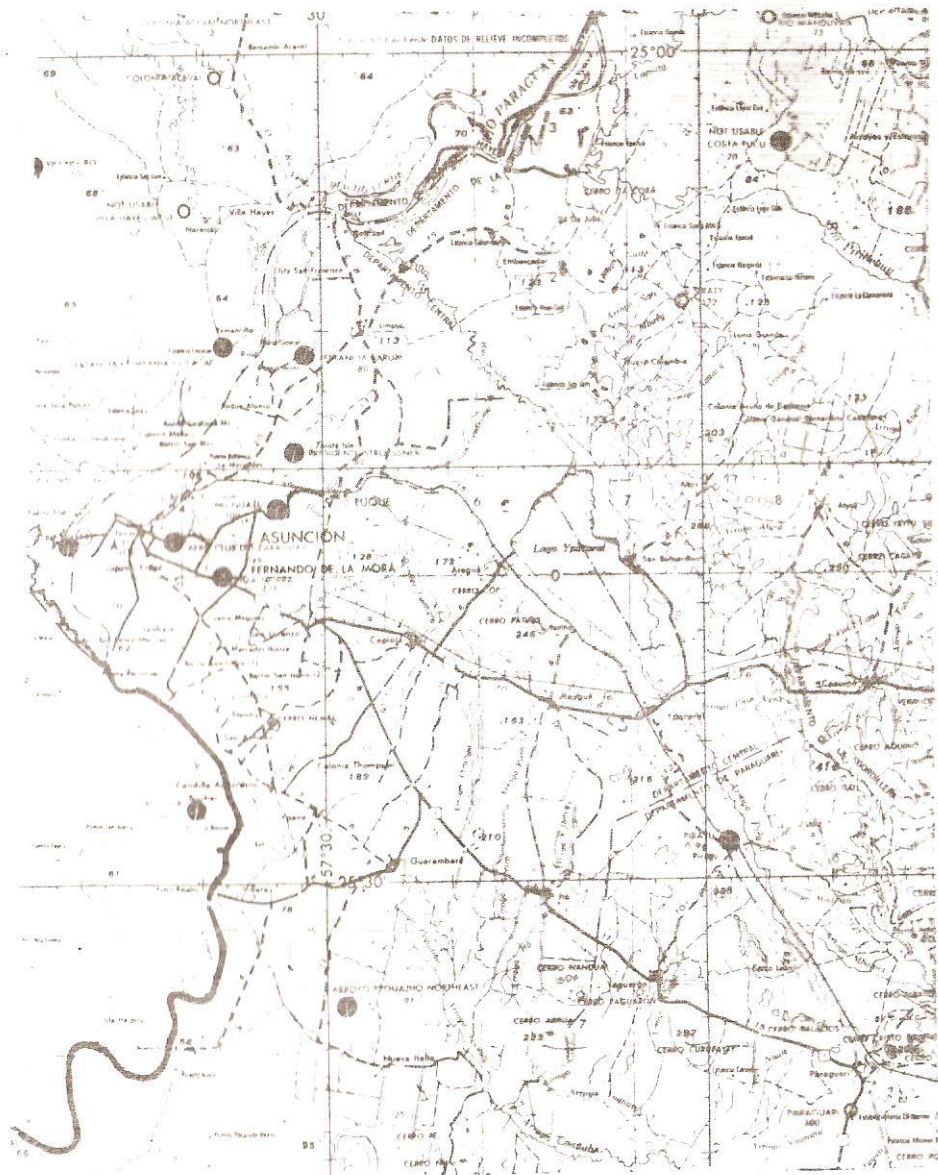
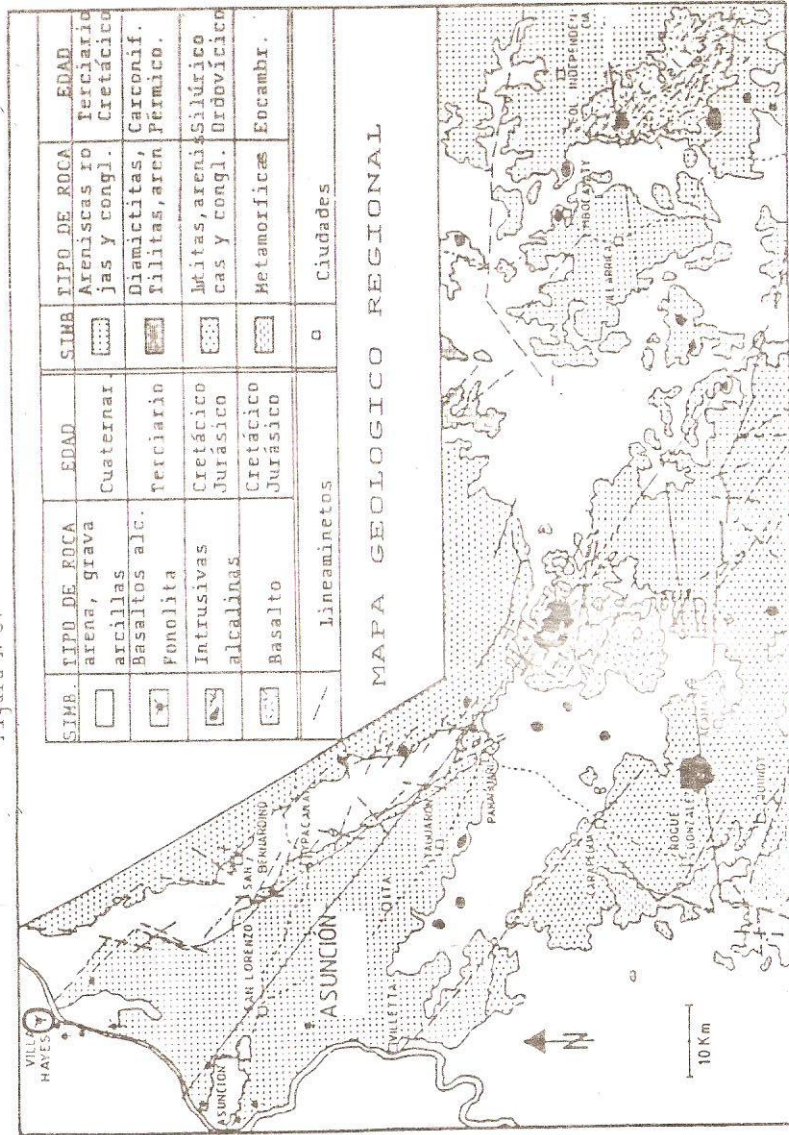


FIGURA Nº 2 BOSQUEJO FISIOGRAFICO

Figura N° 3.

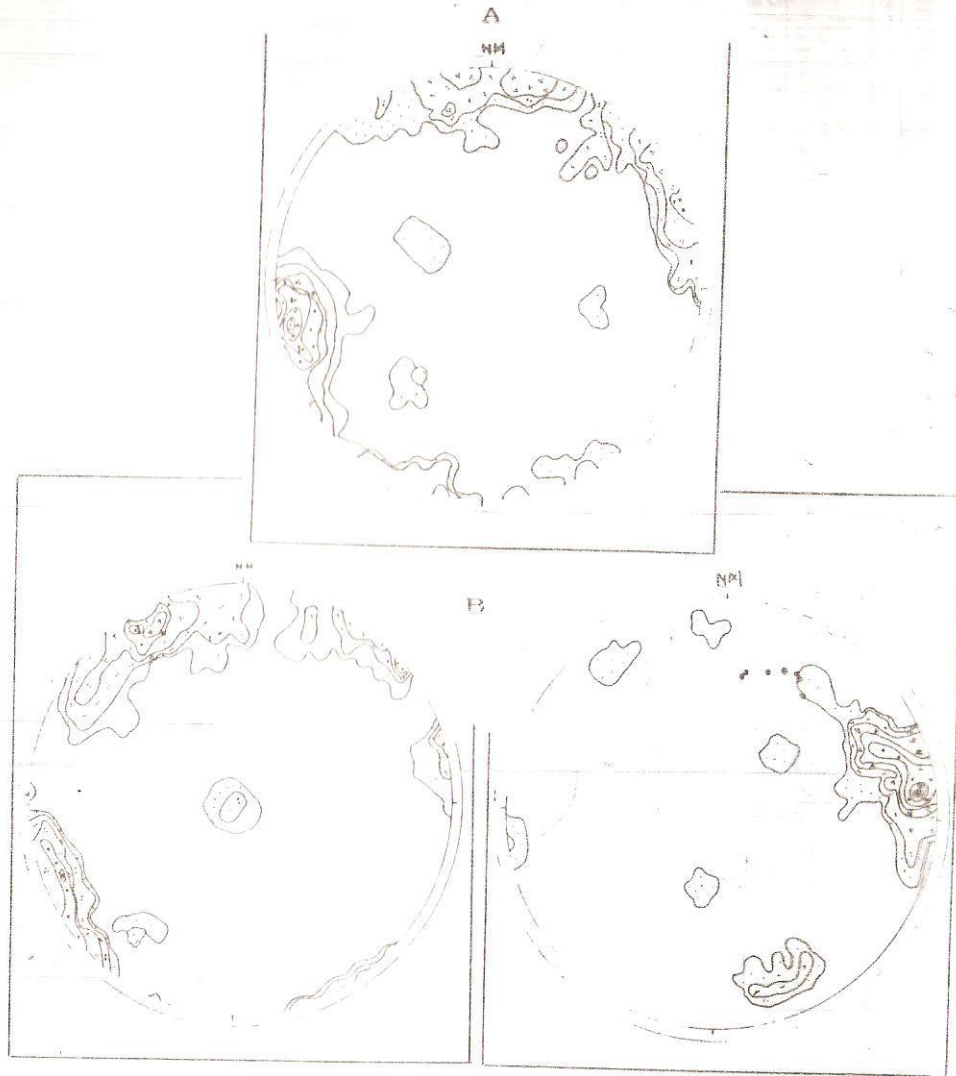


Fuente: Anchutz [1.981], adaptado.

# DIAGRAMA DE FRECUENCIAS DE FRACTURAS

A)\*\*GRANITO SN BERNARDINO, B)\*\* FM C<sup>2</sup> JHU, FM E.AYALA \*

\*\* Lado Occidental , \* Lado Orienta (Lago Ypacarai)



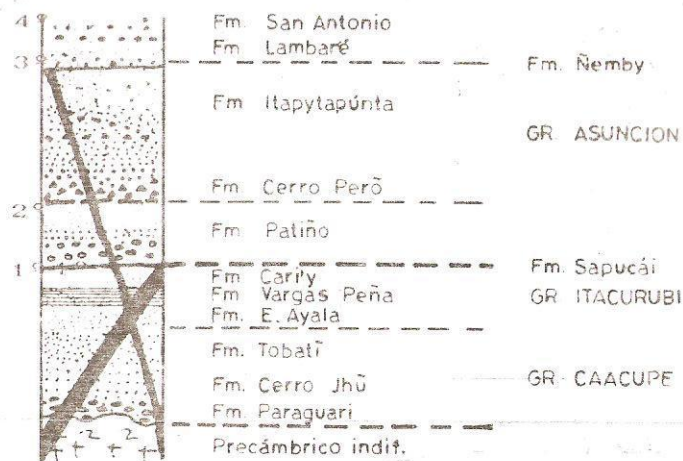
R  
1  
Or  
2  
ci  
3  
(T

## ANTIFORMA DE ASUNCION

### Columna Estratigráfica

#### Resumen de eventos:

- 1º Tectonomagmatismo (Jur./Cret.) que origina una Fosa limitada por rocas del Ord.-Sil., según las líneas Villeta-Carapegua / Emboscada-Cº Sto. Tomás.
- 2º Sedimentación o carga de la Fosa con fragmentos de los macizos rocosos circundantes (Cret./Terc.)
- 3º Tectonomagmatismo que controla la configuración actual y nueva sedimentación (Terc. Med.)



CUADRO N° 1



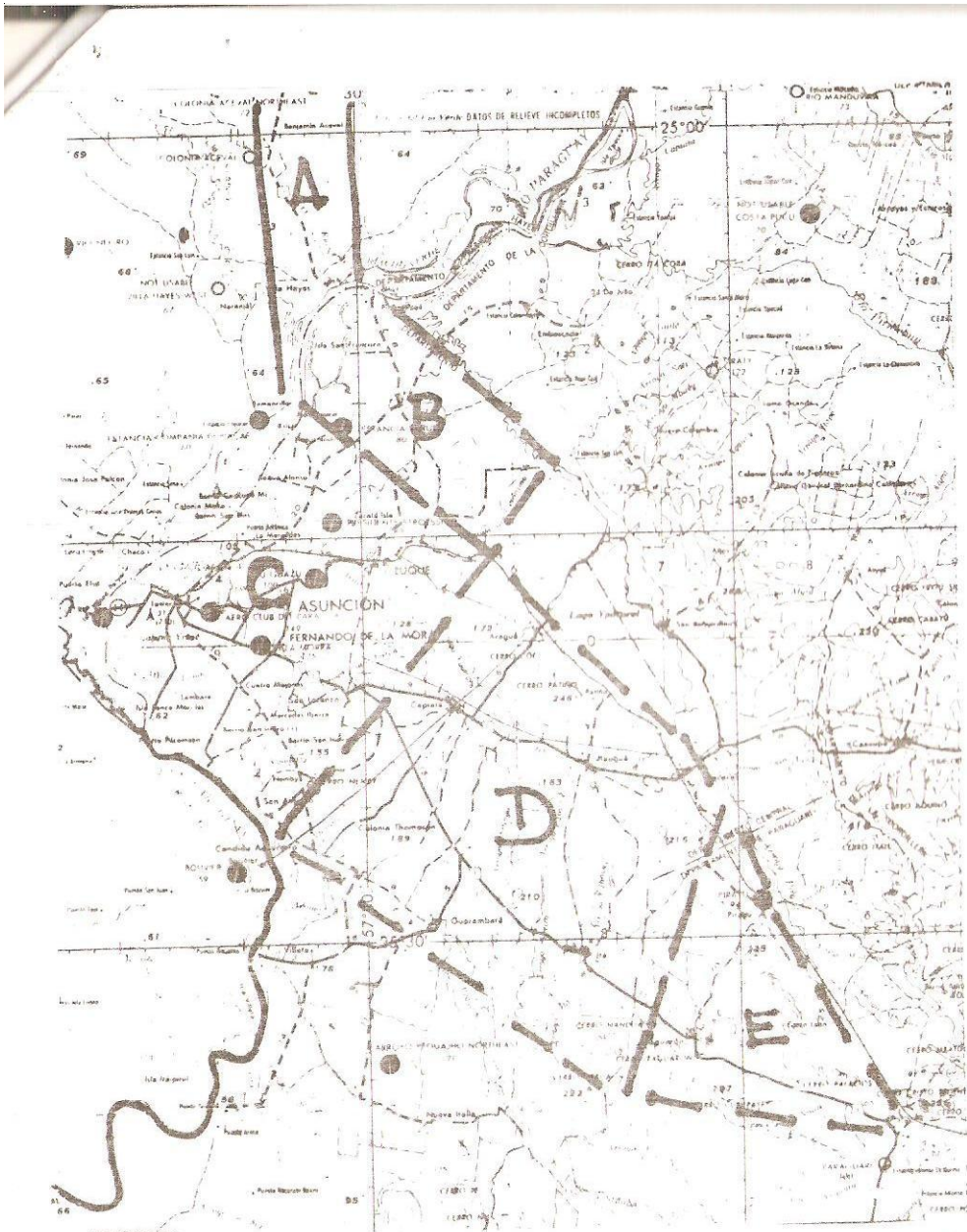


FIGURA Nº 4. BOSQUEJO MORFOESTRUCTURAL.