

MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA DE PARAGUAY
Escala 1:100 000

Hoja **Villa Florida** 5468

TEXTO EXPLICATIVO



Narciso Cubas, Alfredo Garcete y Klaus-Dieter Meinhold

en colaboración con

Lucía de Figueredo, Juan C. Benítez, María E.
González, Klaus-Peter Burgath y Axel Höhndorf

DIRECCION DE RECURSOS MINERALES (MOPC)
INSTITUTO FEDERAL DE GEOCIENCIAS Y RECURSOS NATURALES (BGR)

Asunción 1998

MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA DE PARAGUAY
Escala 1:100 000

Hoja **Villa Florida** 5468

TEXTO EXPLICATIVO

Narciso Cubas, Alfredo Garcete y Klaus-Dieter Meinhold

en colaboración con

Lucía de Figueredo, Juan C. Benítez, María E.
González, Klaus-Peter Burgath y Axel Höhndorf

DIRECCION DE RECURSOS MINERALES (MOPC)
INSTITUTO FEDERAL DE GEOCIENCIAS Y RECURSOS NATURALES (BGR)

Asunción 1998

INDICE

RESUMEN	7
1 INTRODUCCION	8
1.1 Agradecimientos	8
2 DESCRIPCION GEOGRAFICA	8
2.1 Ubicación	8
2.2 Morfología	10
2.3 Hidrografía	13
2.4 Clima y Vegetación	14
2.5 Suelo	14
3 SOCIOLOGIA	14
3.1 Población	14
3.2 Uso de la tierra	14
3.3 Actividades económicas	14
4 TRABAJOS GEOLOGICOS ANTERIORES	15
5 GEOLOGIA REGIONAL	16
6 GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO	21
6.1 Complejo Río Tebicuary	21
6.1.1 Suite metamórfica Villa Florida	21
6.1.1.1 Gneis (γi.gns)	23
6.1.1.2 Gneis Anfibolitico (γi.gns)	25
6.1.1.3 Cuarzita (γi.q)	26
6.1.1.4 Cuarzita de Hierro (γi.qf)	26
6.1.1.5 Calcosilicatadas (γi.cs)	26
6.1.1.6 Mármol (γi.m)	27
6.1.1.7 Anfibilota (γi.an)	27
6.1.1.8 Serpentinita (γ.ub)	28
6.1.1.9 Diques	29
6.1.1.9.1 Pegmatoides (p)	29
6.1.1.9.2 Cuarzo de Veta (q)	30
6.1.1.9.3 Aplita (a)	30
6.1.1.9.4 Microgranito (mg)	30
6.2 Granodiorita de Centu-Cué (γi.gd)	30
6.3 Diagrama de clasificación mineralógica y geoquímica de la Suite Villa Florida	32
6.4 Grupo Paso Pindó	33
6.4.1 Metasedimentos	36
6.4.1.1 Meta-conglomerado (γs.lc)	36
6.4.1.2 Meta-arcosa (γs.a)	36
6.4.1.3 Meta-grauwaca (γs.a)	36
6.4.1.4 Meta-Arenisca (γs.a)	37
6.4.1.5 Siltita arcillosa (γs.lt)	37
6.4.2 Vulcano-sedimentarios (γs.lt)	38
6.5 Suite magmática Caapucu	38
6.5.1 Granito de grano grueso (Tipo Barrerito) (cb.gg)	40
6.5.2 Pórfido de granito (Tipo Fanego) (cb.pg)	42

6.5.3	Pórfidos de granito/riolita (Tipo Casualidad) (cb.pr, cb.gm, cb.ga)	43
6.5.4	Riodacitas, Riolitas, Lavas y Rocas Piroclásticas (Tipo Charará)	45
6.5.4.1	Riodacitas (cb.rp)	45
6.5.4.2	Riolitas (cb.r)	46
6.5.4.3	Lavas Tobáceas (cb.rt)	47
6.5.4.4	Rocas piroclásticas (cb.ri)	48
6.5.4.4.1	Ignimbritas (cb.ri)	48
6.5.4.4.2	Brechas de Nubes Ardiente (cb.ri)	48
6.5.4.4.3	Tobas de lapilli (cb.ri)	49
6.5.4.4.4	Alteración de las rocas efusivas	49
6.5.5	Clasificación Mineralógica y Química	50
7	ROCAS SEDIMENTARIAS DEL GRUPO CAACUPE	53
7.1	Conglomerado - Formación Paraguari (oc)	53
7.2	Arenisca - Formación Cerro Jhú (oa)	54
8	DIQUES DE BASALTO (b)	54
9	SEDIMENTOS CUATERNARIOS	54
9.1	Sedimentos residuales (q2)	54
9.2	Sedimentos inconsolidados (q1)	54
10	GEOLOGIA ESTRUCTURAL	55
10.1	Resumen de los eventos tectónicos	56
10.2	Estructuras	58
10.2.1	Ciclo Trans-Amazonico	58
10.2.2	Ciclo Brasiliano	58
10.3	Fallas	60
11	GEOCRONOLOGIA	61
12	CONCLUSION	62
13	GEOLOGIA ECONOMICA	64
13.1	Introducción	64
13.2	Minerales metálicos	65
13.2.1	Hierro	65
13.2.2	Cobre	66
13.2.3	Conclusión	66
13.3	Minerales radioactivos	66
13.3.1	Uranio-Torio	66
13.4	Minerales no metálicos	67
13.4.1	Talco	67
13.4.2	Pirofilita	67
13.4.3	Fluorita	69
13.5	Materiales de aplicación	69
13.5.1	Piedra Triturada	69
13.5.2	Puzolana	70
13.5.3	Arcillas para cerámica	71

El Precámbrico Sur del Paraguay Oriental se localiza entre los paralelos $25^{\circ}50'$ - $26^{\circ}35'$ y meridianos $56^{\circ}55'$ - $57^{\circ}30'$, abarcando un área de 5500 Km^2 , representado por el Complejo Río Tebicuary y la Suite Magmática Caapucú.

Estratigráficamente el Complejo Río Tebicuary comprende dos unidades, la Suite Metamórfica Villa Florida y la Granodiorita de Centu Cué.

La Suite Metamórfica Villa Florida reúne a un conjunto de rocas cristalinas afectadas por un metamorfismo regional de grado medio a alto, dentro de las fácies anfibolita y granulita (Proterozoico Inferior, Ciclo Transamazónico, $2000 \pm 200 \text{ Ma.}$), constituido principalmente por paragneis y ortogneis, asociadas a cuarcita, calcosilicatada, mármol, anfibolita y rocas ultrabásicas. Dataciones de U-Pb en circones de una anfibolita de la Suite Villa Florida, dieron edades de $2240 \pm 20 \text{ Ma.}$ y $2040 \pm 30 \text{ Ma.}$

La Granodiorita porfiroblástica de Centu Cué que intruye a los paragneis evidencian deformaciones, caracterizados por plegamientos, migmatización e intensos fracturamientos durante la fase sin-tarditectónica del Ciclo Trans-amazónico.

Las deformaciones de rocas metamórficas exhiben estructuras foliadas (plegadas), migmatización (bandas de segregación de neosomas) y emplazamiento de diques de pegmatoides, aplitas y cuarzo.

El padrón de esquistosidades presenta normalmente estructuras primarias s_1 , secundarias s_2 y lineaciones b_1 y b_2 (ejes de plegamientos). La esquistosidad s_1 tiene una dirección preferencial NE-SW y un buzamiento al NW. Además en partes se encuentran pliegues isoclinales con ejes de dirección NE-SW, con inmersión preferentemente al NE.

Discordantemente sobrepuesta al Complejo

Río Tebicuary, se posiciona en áreas restringidas el Grupo Paso Pindó, constituida de metasedimentos silico y vulcanoclásticas, afectadas por un metamorfismo de bajo grado, exhibiendo deformaciones con pliegues cuyos ejes poseen una dirección NW-SE, durante el Proterozoico Superior por el Ciclo Brasiliano ($\pm 600 \text{ Ma.}$).

La Suite Magmática Caapucú en una fase post-tectónica al final del Ciclo Brasiliano, intruyó al Complejo Río Tebicuary y al Grupo Paso Pindo, reuniendo rocas magmáticas constituidas principalmente por granitos, pórfidos de granito/riolita y riolitas del Proterozoico Superior a Eocámbrico ($531 \pm 5 \text{ Ma.}$, por el método Rb-Sr).

Las características tectónicas de la Suite Magmática de Caapucú refleja ausencia de plegamientos durante el Ciclo Brasiliano. Por otro lado, estas rocas magmáticas después de su consolidación han sufrido una tectónica de distensión y cizalla, cuya actividad ya se había iniciado en el Cámbrico extendiéndose hasta el Terciario. Siendo estas responsables de la formación de fallas normales y zonas cataclásticas con alteración hidrotermal en rocas efusivas, como también del emplazamiento de basalto (Mesozoico) en forma de diques.

Sedimentos silicoclásticos Ordovícicos del Grupo Caacupé cubren discordantemente al Precámbrico Sur, en sus límites N y E, sin embargo, en la porción S, se verifica un contacto tectónico con los sedimentos Mesozoicos de la Formación Misiones. La cobertura cuaternaria del Precámbrico Sur esta representado por suelos lateríticos y por sedimentos clásticos de la planicie de inundación.

1 INTRODUCCION

La Cooperación Geológica Paraguayo-Alemana a través del Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) de Alemania y la Dirección de Recursos Minerales (DRM) del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de Paraguay, vienen realizando conjuntamente mapeos geológicos sistemáticos del Paraguay Oriental a escala 1:100.000; los primeros mapas impresos fueron las Hojas Paraguarí (Bartel et al. 1995) y San José (González et al. 1996). Como continuación del mismo programa se dio inicio al levantamiento de datos campo del tercer mapa, Hoja Villa Florida, escala 1:100.000 en el mes de Setiembre de 1996, culminado en Diciembre del mismo año. Los trabajos de campo siguieron líneas tradicionales de levantamientos geológicos (delimitación de área, descripción de los afloramientos, colecta y codificación de muestras, medición de estructuras), éstos fueron acompañados con interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales. Con la ayuda de un equipo de Sistema Global de Posicionamiento (GPS) en una Hoja de campo fueron marcadas las estaciones y los afloramientos visitados; más adelante en dicha Hoja fue confeccionada el mapa geológico preliminar. Para la transcripción de las lecturas de coordenadas tomadas con el GPS y ubicación de los puntos en los mapas topográficos, fueron utilizadas las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), para la región Oriental de Paraguay; estas coordenadas están expresadas en forma simplificada, tomándose en cuenta solamente los números grandes con valores de dos números antes y después de la decimal tanto para la abscisa como para la ordenada, los números antes de la decimal corresponden a valores de cuadrícula y los valores después de la decimal al intervalo de cuadrícula (p.e. 80.00-69.25). En los Laboratorios Petrográficos de la DRM y de la BGR, fueron confeccionadas láminas delgadas de las muestras de rocas más representativas colectadas durante el trabajo de campo, además de trituración de rocas para los análisis químicos y geocronológicos.

Posteriormente el trabajo continuó con consultas de informaciones bibliográficas, descripción petrográfica de láminas delgadas

de rocas realizadas por el Dr. K.P. Burgath (BGR) y la Lic. Lucía de Figueredo (DRM). Los análisis químicos de muestras de rocas, fueron realizados en el laboratorio de la BGR en Alemania; las dataciones geocronológicas de rocas y su diagrama isocrónico, también fueron realizadas en el Laboratorio de Geocronología de la BGR, por el Dr. A. Höhndorf. La cartografía del mapa y la impresión preliminar fueron realizadas por los Srs. W.Weinman (BGR) y Rubén Brítez (DRM). Con éstos datos obtenidos prosiguieron la investigación de las distintas unidades de rocas del Precámbrico Sur del Paraguay Oriental

1.1 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, al Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) y a las personas que han colaborado para la realización de este trabajo.

Al Dr. Rolf Muff, jefe de la Misión Alemana y Dr. Lothar Lahner; al Dr. Klaus-Peter Burgath por la descripción y clasificación petrográfica de las láminas de rocas y al Dr. Axel Höhndorf por las dataciones geocronológicas. A los colegas de la DRM, colaboradores de este trabajo: Juan C. Benítez, Lucía de Figueredo y María E. González; a los conductores Gustavo Matiauda y Tomás Romero. También nuestros reconocimientos a los propietarios y capataz de las estancias por permitirnos el acceso a las propiedades.

2 DESCRIPCION GEOGRAFICA

2.1 UBICACION

La Hoja Villa Florida, esta localizada entre los cuadrantes: 57°00'-57°30' de Longitud W y 26°00'-26°30' de Latitud S (Fig.1) como principal punto de referencia es la ciudad de Villa Florida distante a 160 Km. al SE de Asunción y se encuentra al S de la Hoja. Las Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) son: 450.00 - 4100.00 E y 7069.00 - 7124.50 N en la zona 21. El total de área mapeada que cubre la

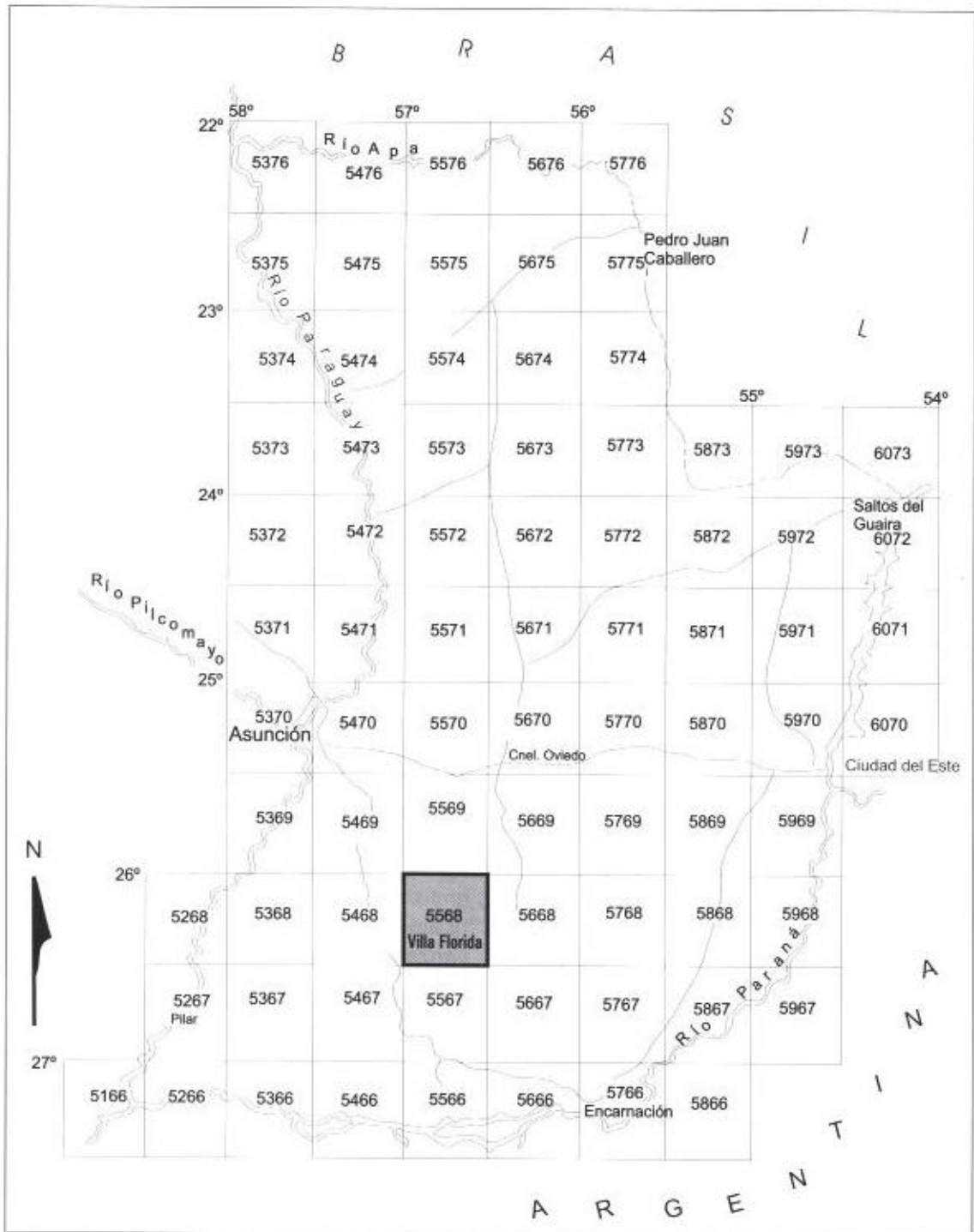


Figura 1: Mapa de ubicación de la Hoja Villa Florida.

Hoja Villa Florida, comprende una extensión de 2750 Km² y abarca la parte S del Departamento Paraguari, el N de las Misiones y Ñeembucú. El límite de la Hoja al N es la ciudad de Quiindy, al S es la ciudad de San Miguel; al E las ciudades de Ybycuí y Quayquyhó y al W son las lagunas Verá y Paraná-Mi.

La región está cubierta por imágenes satelitarias LANSAT en colores a escalas 1:100.000 y 1:250.000 del año 1991 y de fotografías aéreas en blanco y negro en formato 23x23 cm, escala 1:75.000 que fueron tomadas en la misión aerofotogramétrica del año 1994. Además se cuenta con mapas topográficos planialtimétricos

publicados por la Dirección del Servicio Geográfico Militar (DSGM) en los años 1976 y 1982. La escala de los mapas topográficos es de 1:50.000 y 1:100.000, con curvas de nivel equidistante a un intervalo de 10m. Sobre el mapa escala 1:50.000 fue trazada inicialmente la geología; luego fue transferida al mapa final de escala 1:100.000.

En general las condiciones de acceso a la zona son buenas. La principal vía de acceso constituye la Ruta N° 1, Mariscal Francisco Solano López, que cruza la Hoja de N-S, uniendo a la vez ciudades importantes: Quiindy-Caapucú-Villa Florida y San Juan Bautista.

Además cuenta con numerosos caminos secundarios conectados a dicha Ruta, que comunican con las distintas compañías, puestos de Estancias y sus caminos internos. Prácticamente la mayor parte de los terrenos altos son accesibles por caminos de tierra; siendo las áreas menos accesibles los terrenos bajos, como por ejemplo las planicies del estero Ypoá y del Río Tebicuary.

2.2 MORFOLOGIA

Las características morfológicas del área de la Hoja Villa Florida puede dividirse en tres sectores bien diferenciados (Figs. 2 y 3).

Después de la intrusión de las rocas de la Suite Magmática Caapucú el área de las

rocas cristalinas fue sometida a erosión. Dicha áreas de erosión, constituye la primera unidad morfológica denominada planicies de denudación y se ha formado antes de la transgresión de sedimentos ordovícicos sobre esta planicie; más tarde esta planicie fue afectada por eventos tectónicos distensionales post-ordovícicos con movimientos verticales y fallas en la mayoría de las veces de dirección NW-SE, a consecuencia del mismo las planicies de denudación se encuentra actualmente en diferentes niveles.

En las Compañías Valle Apuá y Laurelty, ocurre la planicie de discordancia más alta con una altura de 200-210 m y una inclinación al N hasta 170 m en el límite de la Hoja, remanentes de esta planicie se encuentra también en la Compañía Curucau y en Yaguarete Cuá. La segunda terraza de nivel más bajo con cotas entre 140-150 m se encuentra entre la Compañía Curucau y la Estancia Fanego, extendiéndose hasta cerca de Quyquyhó en la Hoja Mbuyapey.

Al N, NE y el área SE de la Hoja Villa Florida se encuentra la planicie de denudación más baja con alturas entre 100-110 m. En el área de ocurrencia de granitos intrusivos de Barrerito esta planicie fue erosionada hasta 80 m y al SE de Villa Florida hasta 75 m, en esta última área ocurren los gneises del Complejo Tebicuary. Solamente algunos remanentes de esta planicie alcanzan una altura de 100 m.

La segunda unidad morfológica (Foto 1) se encuentra en el área que abarca desde el S de Quiindy hasta el Río Tebicuary. En dicha área el terreno se caracteriza por la presencia de relieves en forma de macizos elevados, cerros testigos y remanentes de la planicie de denudación descrita más arriba. Esta área fue sometida a una erosión más avanzada durante un ascenso rápido. Los macizos y los cerros ocurren generalmente reunidas en series o forman cadenas de crestas alargadas; estas elevaciones están principalmente constituidas por

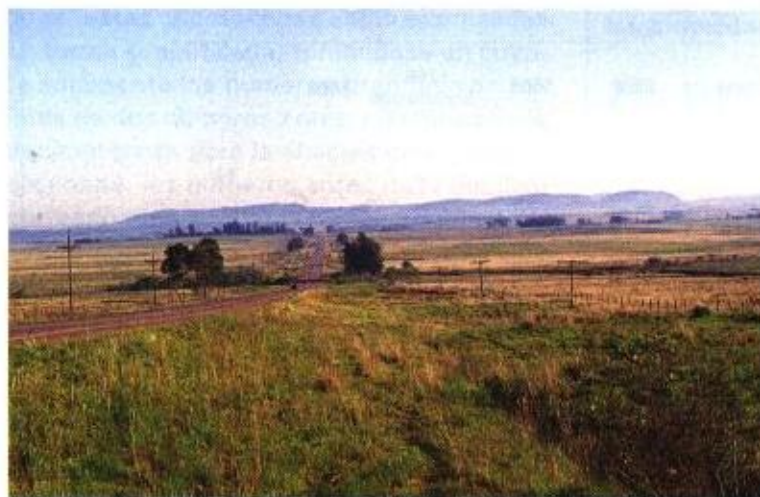


Foto 1: Vista panorámica del macizo de Yaguarete-cuá, riolita en el fondo; en la planicie se encuentra granito grueso del tipo Barrerito.

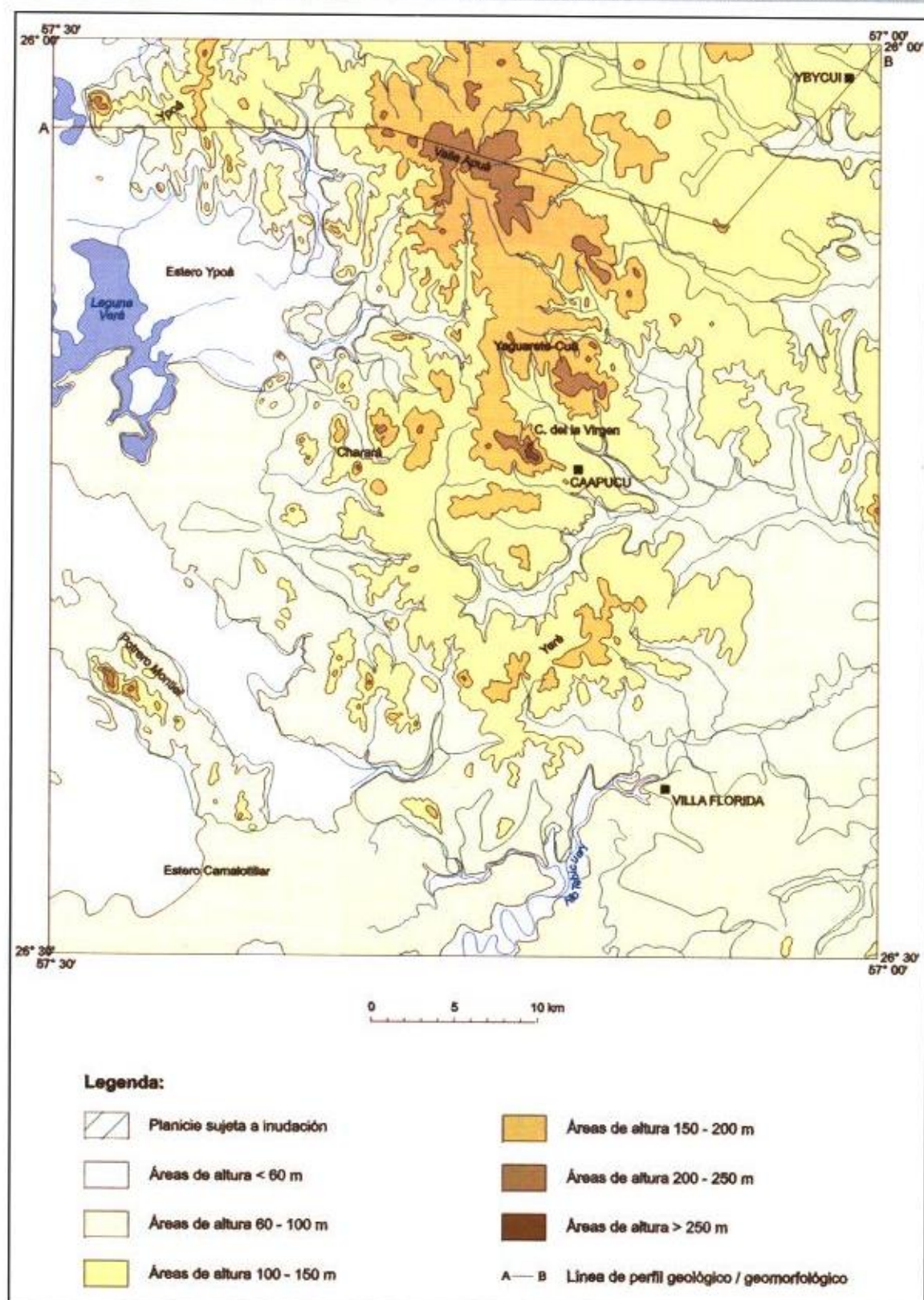


Figura 2: Mapa Geomorfológico de la Hoja Villa Florida.

riolitas y pórfidos. Las laderas de los cerros exhiben generalmente pendientes abruptas; los más resaltantes son los macizos de Yaguareté-Cuá, Charará y el Cerro

de la Virgen llegando a un máximo de altitud hasta 275 m, y los cerros de la Compañía Yeré; cerros con pendientes escarpadas se encuentran en la Compañía Ypucú, al S de la

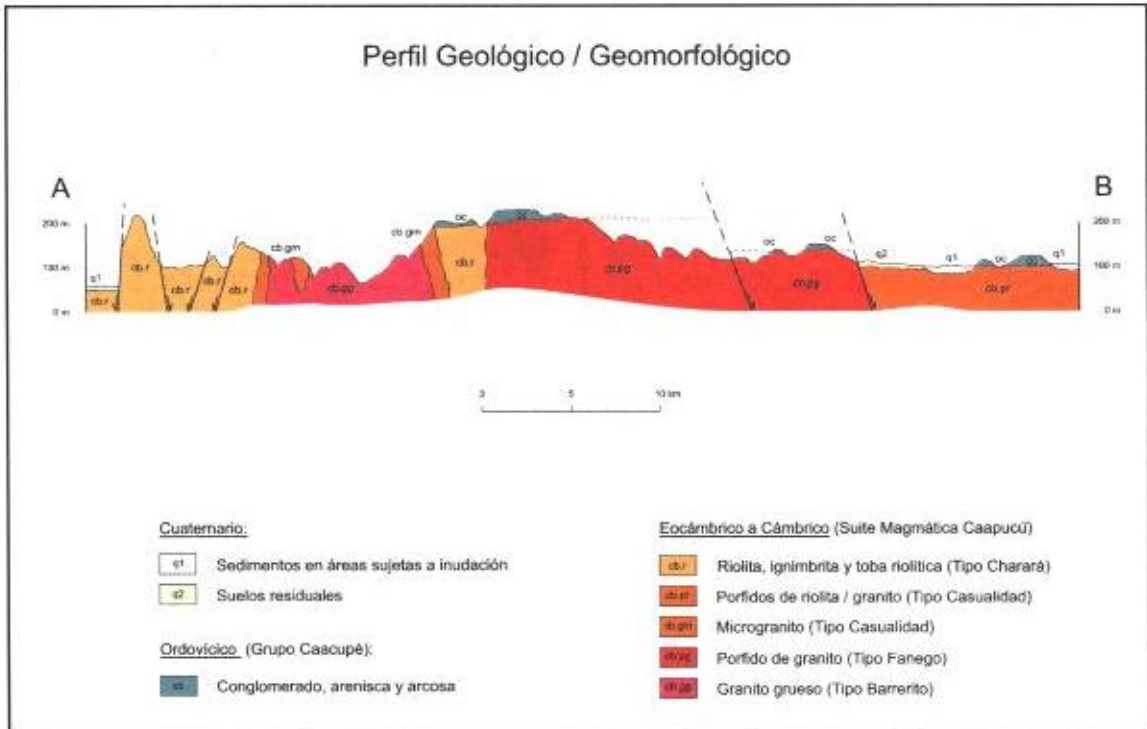


Figura 3: Perfil Geomorfológico.

Estancia Bruíns y en los cerros Lima y González, cerca de la Estancia Ypoá. Los cerros testigos ocurren en la Compañía Itapé y

también al SW como los cerros Sombrero, de la Estancia Palmerola, Bruíns y cerro Corá.

Los cerros de la Compañía Potrero Montiel son parte de un Horst tectónico, orientado en sentido NW-SE y los cerros del área de la Estancia Palmerola forman cadenas de dirección NW-SE, probablemente también causado por fallamientos. Otras cadenas de cerros en sentido E-W se encuentran en la Compañía Yeré. Aquí la dirección es coincidente con una zona cataclástica.

La tercera unidad morfológica es la planicie de inundación resultado de la erosión selectiva. En la parte más baja, la altura de esta planicie es de 55 m (Laguna Verá y en el valle del Río Tebicuary) de ahí aumenta su altura hasta 65 m en los alrededores de la Colonia Potrero Montiel. Al E y NE de la Hoja, la planicie de inundación aumenta su altura hacia la cabecera de los Arroyos Yaguary (80 - 100 m), Curucau (100 m) y Mbusyí (100 - 110 m), uniéndose con las planicies de denudación.

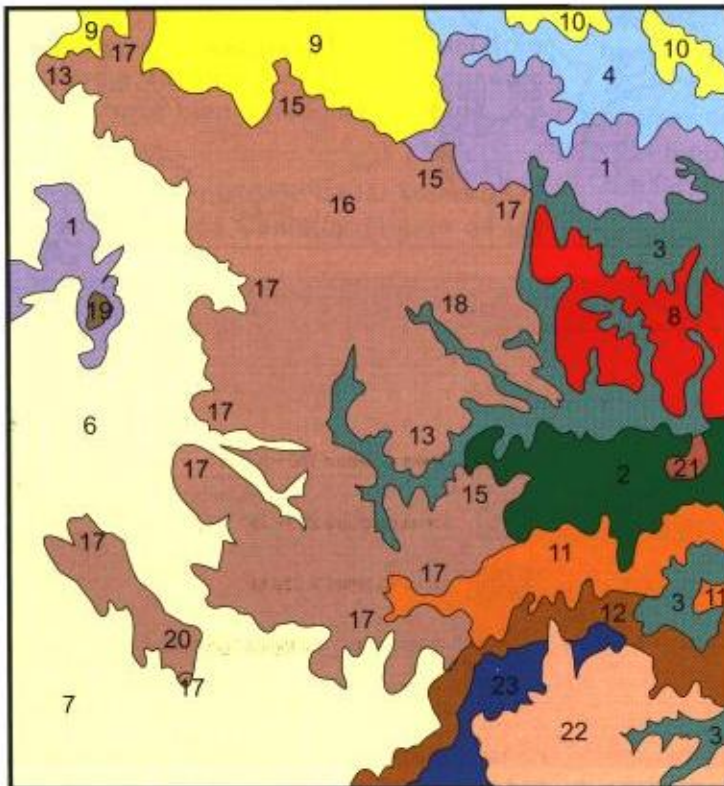


Figura 4: Mapa taxonómico de Suelo de la Hoja Villa Florida. Extraído de López et al. (1995). Escala 1:500.000

Simbología	Orden	N°	Subdivisión textural	Paisaje	Material de origen	Relieve %	Drenaje	Acidez	Sub grupo	Gran grupo
U1.3 Lg A _n	Ultisol	1	Francosa Fina	Lomada	Arenisca riolita	0 - 3%	Moderado	Nulo	Typic	Abaquilt
U2.3 Lg B _n	Ultisol	2	Francosa Fina	Lomada	Granito	3 - 8%	Buena	Nulo	Typic	Paleaquilt
U9.4 Lls A _n	Ultisol	3	Arcillosa Fina	Llanura	Sedimento aluvial	0 - 3%	Muy Pobre	Nulo	Fraglaquic	Paleudalf
A3.4 Lls A _n	Alfisol	4	Arcillosa Fina	Llanura	Sedimento aluvial	0 - 3%	Pobre	Nulo	Typic	Natrudalf
A3.4/ A1.4 Lls A _n	Alfisol	5	Arcillosa Fina	Llanura	Sedimento aluvial	0 - 3%	Muy Pobre	Nulo	Typic	Natrudalf Abaqualf
A7.4/ A6.4 Lls A _n	Alfisol	6	Arcillosa Fina	Llanura	Sedimento aluvial	0 - 3%	Inundado	Nulo	Aquic Albaquic	Paleudalf Plaeudalf
A7.4/ A6.4 Lls A _n	Alfisol	7	Arcillosa Fina	Llanura	Sedimento aluvial	0 - 3%	Muy Pobre	Nulo	Aquic Albaquic	Paleudalf Plaeudalf
A11.3 Lg A _n	Alfisol	8	Francosa Fina	Lomada	Granito	0 - 3%	Buena	Nulo	Rhodic	Paleudalf
A13.3/ E8.2 Lg B/C _m	Alfisol	9	Francosa Fina Francosa Gruesa	Lomada	Granito	3 - 8% 8 - 15%	Buena	Moderado	Typic Lithic	Paleudalf
A13.3 Lg B/C _m	Alfisol	10	Francosa Fina	Lomada	Arenisca	3 - 8% 8 - 15%	Moderado	Moderado	Typic	Paleudalf
A15.2 Lg A _n	Alfisol	11	Francosa Gruesa	Lomada	Granito Arenisca	0 - 3%	Moderado	Nulo	Aquic Lithic	Hapludalf
E 6.1/ E7.1 Lls A _n	Entisol	12	Arenoso	Llanura	Sedimento Aluvial	0 - 3%	Muy Pobre	Nulo	Aquic Typic	Udritluent
E8.3 Lg C _m	Entisol	13	Francosa Fina	Lomada	Riolita	8 - 15%	Moderado	Moderado	Lithic	Udorthent
E8.3 Sg D _f	Entisol	14	Francosa Fina	Serranía	Riolita	> de 15%	Buena	Fuente	Lithic	Udorthent
E8.3 Lg C _m	Entisol	15	Francosa Fina	Lomada	Granito	8 - 15%	Buena	Moderado	Lithic	Udorthent
E8.3 Lg C _f	Entisol	16	Francosa Fina	Lomada	Riolita	8 - 15%	Buena	Fuente	Lithic	Udorthent
E8.3 Sr D _f	Entisol	17	Francosa Fina	Serranía	Riolita	> de 15%	Excesivo	Fuente	Lithic	Udorthent
E8.3 Lr D _f	Entisol	18	Francosa Fina	Lomada	Riolita	> de 15%	Excesivo	Fuente	Lithic	Udorthent
E8.2 Sr D _f	Entisol	19	Francosa Gruesa	Serranía	Riolita	> de 15%	Excesivo	Fuente	Lithic	Udorthent
E8.3 Lr B _m	Entisol	20	Francosa Fina	Lomada	Riolita	3 - 8%	Buena	Moderado	Lithic	Udorthent
E8.3 Lg B _n	Entisol	21	Francosa Fina	Lomada	Granito	3 - 8%	Buena	Nulo	Lithic	Udorthent
E8.3 ???	Entisol	22	Francosa Fina	Serranía	Gneis	8 - 15%	Excesivo	Nulo	Lithic	Udorthent
TM A6.4 Ls A _n	Miscelaneas Alfisos	23	Arcillosa Fina	Llanura	Sedimento Aluvial	0 - 3%	Inundado	Nulo	Albaquic	Paleudalf

Tabla 1: Características de los diferentes órdenes de Suelos de la Hoja Villa Florida.

2.3 HIDROGRAFIA

El Río Tebicuary y la Laguna Verá, constituyen los elementos hidrográficos más grandes e importantes de la región. Extensas áreas de planicies sujetas a inundación bordean a ambos

cuerpos de agua, siendo la más extensa las planicies de inundación del Estero Ypoá, que abarca un área aproximada de 700 Km² al W y NW en la Hoja Villa Florida. La mayoría de los arroyos que alimentan al lago fluyen en dirección NW per-

diendo su cauce en las planicies; los más grandes tributarios son los arroyos Mboi Cuatía, Guajhó, Paso Pé y González. Los cauces permanentes más grandes que llegan al Río Tebicuary son los arroyos Mbusyí y Curucau al N de la Hoja y el Arroyo Yaguary al S. Dicho Río ocupa la porción inferior de la Hoja y corre en sentido NW hasta su confluencia con el Arroyo Yaguary; a partir de este punto cambia su curso en dirección SW, tornándose su cauce sinuoso, conformando un aspecto meandrante. La adaptación del cauce a la estructura regional del basamento cristalino NW-SE y NE-SW es evidente.

2.4 CLIMA Y VEGETACION

El clima de la región es subtropical húmedo, con temperaturas medias entre 21°-23°C. El periodo lluvioso es entre Octubre hasta Marzo y la media anual es de 1800 mm.

Los cerros de mayor altura están cubiertos por un estrato arbóreo denso. Las amplias zonas de planicie están cubiertas de pastizales naturales en su mayoría representado por gramíneas aptas para la producción ganadera. Los esteros también están poblados por especies hidrófilas con familias de tipo pontederiaceae, y algunas ninfáceas, representativos de un ecosistema acuático.

2.5 SUELO

Los suelos de la región en gran parte son alfisoles, entisoles y ultisoles, areno-arcilloso de color grisáceo-amarillento (López et al. 1995), productos de la alteración de rocas graníticas. Ocurren en todas las áreas precámbricas y en las zonas de relieves más aplanadas están asociadas a concreciones lateríticas de color rojo. En las zonas más disecadas las rocas gnéisicas o graníticas dan origen a un suelo arcillo-arenoso de color gris claro.

3 SOCIOLOGIA

3.1 POBLACION

La densidad demográfica de la Hoja Villa Florida no es alta; principalmente se destacan núcleos poblacionales mayores (> 5.000 habitantes) en las ciudades de Caapucú, Villa Florida e Ybycuí y sus Compañías. Las áreas con menor densidad poblacional (< 1.000 habitantes) son las zonas ocupadas por los establecimientos ganaderos.

3.2 USO DE LA TIERRA

Actualmente el uso de la tierra es predominantemente para la producción de ganadería, con poca actividad agrícola y forestal.

3.3 ACTIVIDADES ECONOMICAS

Las actividades económicas de las poblaciones del área, principalmente es la ganadería (crían bovinos, equinos y ovinos). La producción de bovinos se destina para el abastecimiento de carne de consumo local, área de Asunción y también para la exportación. La producción ovina es menor con relación al de los bovinos, su carne está destinada para el consumo familiar y su lana es aprovechada en la manufactura en San Miguel.

Otro rubro económico que también constituye una importante fuente de ingreso es la explotación pesquera que está centrada principalmente en la zona de influencia del Río Tebicuary; no se tiene datos de la cantidad que producen anualmente.

La explotación turística es tradicional en zona de Villa Florida donde una cantidad importante de visitantes llega cada verano al lugar por las amplias playas naturales que tiene las riveras del Río Tebicuary y constituye otra fuente de ingreso.

Actividades menores son las fabricaciones de ladrillos, aprovechándose las arcillas que se encuentran en las planicies de inundación ya sea de río o arroyos. Además en la zona de Caapucú se explotan en pequeñas cantidades gravas provenientes de la desintegración de rocas graníticas que son utilizados para filtros en los pozos artesianos.

4 TRABAJOS GEOLOGICOS ANTERIORES

De Mersay (1860), Du Graty (1865), Vogel (1893), Milch (1895) y Carnier (1911), fueron los primeros autores en realizar observaciones geológicas en Paraguay. Hibsich (1891), Goldschlag (1913) son los primeros en realizar descripciones de rocas del basamento cristalino del Paraguay. Beder (1921) clasificó como pórfido cuarcífero a las rocas asociadas al mineral de hierro de Caapucú, también mencionó las localidades donde aflora este tipo de roca, en un área que abarca desde Laguna Ypoá y Montiel Potrero al W hasta el Arroyo Yaguary, Río Tebicuary y aguas abajo de Villa Florida al S. Las rocas aflorantes a orillas del Arroyo Paso Pindó los denominó como esquistos arcillosos de Paso Pindó; los mismos, según el autor están cortados por vetas de aplitas y mineralizada con hojas de oligisto. Más tarde investigaciones geológicas más detalladas en el país fueron realizadas por Harrington (1950), quien describió las características geológicas y fisiográficas del Paraguay Oriental; en la región S del país el autor resaltó la ocurrencia de rocas antiguas que afloran desde Villa Florida hasta San Juan Bautista. En esta área, cerca del Río Tebicuary identificó rocas metamórficas representado por gneis foliado, asociado con esquistos micáceo y finas intercalaciones de cuarcita. En las cercanías de la ciudad San Miguel encontró una ocurrencia restringida de gneis granítico y esquistos micáceo, con finas intercalaciones de mármol. Además describió la textura, mineralogía y el color de las rocas ígneas aflorante al N entre la ciudad de Quiindy y el Río Tebicuary, clasificando como del tipo granito y pórfidos de edad más nueva que las metamórficas.

Eckel (1959) describiendo las características geológicas de la misma región, confirmó la existencia de rocas de edad Precámbrica entre Carapeguá y San Juan Bautista. El autor reconoció en el trecho entre San Miguel y Villa Florida varios tipos de rocas: cuarcitas, esquistos de mica y gneis de rumbo NE-SW buzando al NW, intruidos por granitos, pegmatitas, aplitas y rocas ultrabásicas. También ha mencionado pizarras, arcosas y areniscas que afloran a 6 Km al NE de Villa Flori-

da, cerca de la ocurrencia de cobre en Paso Pindó. En la porción N del área describió rocas magmáticas más jóvenes aflorante entre las ciudades de Caapucú, Quiindy y Quyquyhó, representados por granitos, aplitas y pegmatitas. Según el autor ellas también ocurren en San Bernardino e Ypacaraí donde se encuentran pórfidos con xenolitos de metasedimentos de rocas encajantes.

Putzer (1962) compiló la geología de todo el Paraguay; en su trabajo él describió la ocurrencia de rocas Precámbricas en una faja que se extiende desde el Río Apa al N, hasta el área S del Río Tebicuary y ha denominado a esta faja "Zentralparaguayische Schwelle" (Alto del Paraguay Central); en su descripción se basó en los trabajos de Harrington (1950) y Eckel (1959). El mismo describió los metasedimentos del Paso Pindó como arcosas y pizarras con un rumbo 175° y un buzamiento de 15° al E. También mencionó afloramientos de pizarras silíceas en el cerro Cristo Redentor cerca de Paraguarí, como parte del Grupo Paso Pindó.

Las primeras dataciones K-Ar en rocas cristalinas fueron proporcionadas por Comte & Hasui (1971); estos autores realizaron determinaciones de edad de las rocas ígneas ácidas de Caapucú y metamórficas de Villa Florida; resultando una edad Paleozoico Inferior (468 Ma.) al vulcanismo de Caapucú y edad del Proterozoico Superior-Eocámbrico (535 Ma.) para la anfibolita; la última parece ser una edad de rejuvenecimiento por el Ciclo Brasileño.

Almeida et al. (1976) correlacionaron las ocurrencias de rocas del basamento cristalino del Paraguay con el Cratón de Amazonas del SW brasileño y las rocas del Precámbrico Superior con la Faja Paraguai-Araguaia, que se extiende desde Cuiabá en Brasil hasta Villa Florida en Paraguay (Fig. 6 Mapa del Precámbrico de Sudamérica).

La compañía Americana "The Anchutz Corporation" (T.A.C.), realizó un amplio inventario geológico en gran escala del Paraguay Oriental entre los años 1978-1983, resultando en un mapa geológico a escala 1:500.000 (T.A.C. 1981), compilado por Wiens.

Palmieri & Velázquez (1982) mencionaron que el basamento cristalino del Paraguay Oriental forma parte de una faja de rocas, que se extiende desde Cuiabá (Brasil) hasta cerca de

Itayurú, en Misiones Paraguay, con exposiciones al N del Departamento de Concepción, San Bernardino y Paraguari en la zona Central y desde Quiindy hasta Itayurú al S. Estos autores reunieron a las rocas cristalinas del Precámbrico Sur bajo la denominación de Grupo Villa Florida, dividiéndola en dos Formaciones: **San Miguel**, constituido principalmente de rocas metamórficas derivadas de rocas sedimentarias y atribuyéndole una edad Proterozoico Inferior y **Caapucú**, que se encuentra intruyendo a las rocas metamórficas, con tipos litológicos representados por granitos, pórfidos, riolitas y pegmatitas de edad Precámbrica Superior.

Bitschene & Lippolt (1986), analizaron petrográficamente, geoquímicamente y geocronológicamente, algunas muestras de rocas del basamento cristalino del Centro y Sur del Paraguay Oriental. Los resultados de análisis geocronológicos por método el ^{39}Ar - ^{40}Ar dio una edad de 544 ± 11 Ma. para el granito de la cantera de Caapucú.

Durante la realización de Proyecto Par 83/005 PNUD-MDN (1986), fue preparado un Mapa Geológico del Paraguay en escala 1:1000.000 con texto explicativo; en este trabajo se ha denominado Alto de Caapucú a los afloramientos de rocas cristalinas que se inician entre Carapeguá-Quiindy al N, dirigiéndose al S hasta San Miguel. Además presenta una columna estratigráfica del área adaptada de Wiens (1984). También durante la elaboración de este proyecto se investigó las ocurrencias de talco al N de San Miguel y de pirofilita en Charará.

Posteriormente Kanzler (1987) basado en evidencias litológicas, dividió las ocurrencias de las rocas cristalinas del S del Paraguay Oriental en tres zonas; la zona 1 corresponde a la porción N del Río Tebicuary, donde afloran principalmente rocas magmáticas de la Suite Caapucú; a la zona 2 denominó como área de fractura alrededor de Villa Florida y ocurren asociados rocas magmáticas, metasedimentos y rocas metamórficas; por último la zona 3 abarca la porción S de Villa Florida y su extensión hasta cerca de San Juan Bautista con rocas metamórficas del Complejo Río Tebicuary.

Lohse (1990) y Engler (1991), analizaron las muestras colectadas por Kanzler realizando

estudios petrográficos detallados, así como algunas dataciones por los métodos K-Ar y U-Pb.

Orué (1996) realizó una síntesis estratigráfica y tectónica del Paraguay Oriental, basándose fundamentalmente en una amplia revisión del conjunto de rocas que comprende la faja occidental de la Cuenca del Paraná. Además de describir pormenorizadamente las unidades litoestratigráficas, incluyó nuevas unidades en la columna estratigráfica del Paraguay Oriental.

5 GEOLOGIA REGIONAL

La Hoja Villa Florida está situada en el centro del Precámbrico del Sur de Paraguay; y forma parte de la faja de rocas Precámbricas que se extiende de N-S desde Brasil hasta el Alto del Apa al N y al S desde Quiindy hasta San Juan Bautista, estos dos núcleos Precámbricos se localizan al W de la Cuenca del Paraná y están separadas entre sí por el Bajo de San Pedro; rocas cristalinas de edades similares también afloran más al S del continente en Córdoba y Río de la Plata en Argentina y Uruguay. Afloramientos separados del Precámbrico existen en el Centro del Paraguay Oriental (p.e. en San Bernardino, al S de Ypacaraí y cerca de Paraguari). En el Alto del Apa están cubiertas en partes por sedimentos calcáreos del Grupo Itapucumi de edad Cámbrica y en Quiindy el Precámbrico está cubierto por rocas Fanerozoicas. Putzer (1962) denominó a ésta faja "Zentralparaguayische Schwelle" (Alto Central del Paraguay) y más tarde "Asunción Arch" por Redmont (1979), dicha estructura esta localizada en el Paraguay Oriental, entre las cuencas del Chaco y del Paraná. Actualmente en éste trabajo es denominado a éstos afloramientos como parte de la Faja Paraguay-Araguaia, que se inicia en Brasil y continúa hacia el S, pasando por Paraguay y Argentina (Fig 5). Una continuidad entre el Precámbrico de la zona del Río Apa y el del S es propuesto pero no comprobada, porque en los pozos Asu 1 y 2 en el Bajo de San Pedro no se han interceptado rocas del basamento cristalino a una profundidad de 3000 m, especialmente las rocas correspondientes al Ciclo Transamazónico.

El área de afloramiento de rocas Cámbricas-

Precámbricas del S del Paraguay abarca una extensión de unos 5500 Km²; desde la porción meridional de dicha área, cerca de Villa Florida hasta San Juan Bautista, se encuentran rocas metamórficas afectadas por un

metamorfismo de grado medio a alto dentro de la fácies anfíbolita o granulita, acompañadas a la vez de fuerte deformación ocurrido, durante el Ciclo Tectónico Trans-amazónico 2000 ± 200 Ma. (Lohse 1990). Desde Villa Flo-

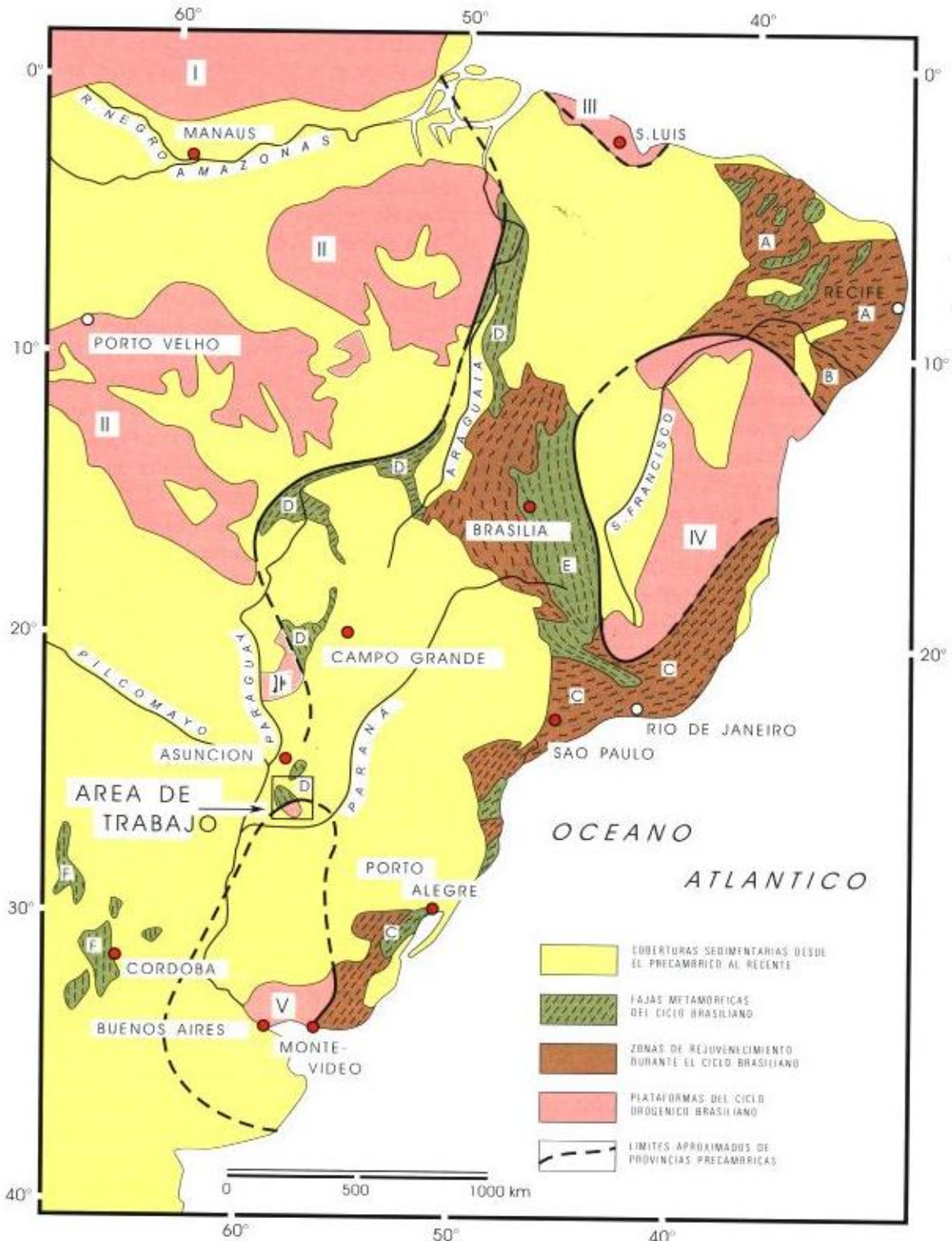


Figura 5: Mapa de distribución de las principales unidades Precámbricas de Sudamérica (según Almeida et al. 1976) Cratones: I Guyana; II Guaporé; III San Luis; IV San Francisco; V Río de la Plata. Fajas Orogénicas: A Caririá; B Sergipe; C Ribeira; D Paraguai-Araguaia; E Brasília; F Sierras Pampeanas

rida hasta Quiindy afloran rocas magmáticas de edad Brasiliana datadas por el método Rb-Sr en 531 ± 5 Ma. en éste trabajo.

Las rocas más antiguas afloran en la porción S-SE de la Hoja (Fig. 6). La mayor parte de éstas rocas son paragneises ortogneises ácidos con intercalaciones de cuarcita, mármol, calcosilicatada, cuarcita de hierro, anfíbolita y rocas ultrabásicas transformada en esquisto de talco y serpentinita, todos representando a la Suite Metamórfica Villa Florida.

El grado de metamorfismo es medio a alto (fácies anfíbolita a granulita). Las rocas muestran una esquistosidad principal y han sido afectados por plegamientos intensos. Granitos leucocráticos, pegmatoides y diques de aplita formados por migmatización durante el metamorfismo también están afectados por el plegamiento. Los ejes de los pliegues generalmente tienen rumbos NE-SW, pero cerca del contacto con el Grupo Paso Pindó la mayoría de los ejes son NW-SE. Las dataciones de circones de una anfíbolita perteneciente a la secuencia, arrojaron edades de 2240 ± 30 Ma. y 2040 ± 20 Ma. (Lohse 1990), atestiguando que la Suite Metamórfica Villa Florida forma parte del Ciclo Trans-Amazónico (2000 ± 200 Ma.) del Proterozoico Inferior.

Granodiorita para-autoctono de grano grueso con grandes porfiroblastos de microclina intruyó a los paragneises ubicados al E de Villa Florida (granodiorita de Centu Cué). Esta roca muestra una foliación paralela a los ejes de los pliegues en los gneises que afloran al S del Río Tebicuary (NE-SW), pero una foliación y ejes de pliegues con dirección NW-SE se observa al N del mismo.

La estructura de esta roca indica que probablemente el material se formó durante el metamorfismo de la Suite Metamórfica Villa Florida por anatexis en un nivel profundo del orógeno e intruyó a los metasedimentos durante la fase de deformación sin a tarditectónica. La datación de minerales de la granodiorita por el método K-Ar arrojó una edad de enfriamiento de 550 Ma. (Lohse 1990, Engler 1991), la cual corresponde en edad a la Suite Magmática Caapucú del Ciclo Brasiliano, pero suponemos, que la edad de la granodiorita

sufrió un rejuvenecimiento en el Proterozoico Superior.

Las rocas de la Suite Metamórfica Villa Florida están superpuestas discordantemente por una serie de metasedimentos de un grado de metamorfismo bajo, el Grupo Paso Pindó. Estas rocas afloran en las márgenes del Arroyo Paso Pindó al N de Villa Florida y en el área de Charará al W de Caapucú. Este Grupo se compone de metaconglomerados poco seleccionados, metaarcosas, metagrauwacas, metaareniscas y metalutitas (filitas) con intercalaciones menores de metatufitas. Las rocas presentan pliegues suaves y solamente las metalutitas muestran una crenulación más intensa con la formación de una esquistosidad transversal. Los ejes de los pliegues tienen la dirección NW-SE. Rocas similares con estructuras paralelas se encuentran también cerca de Paraguarí al N de la Hoja Villa Florida. Suponemos que el Grupo de Paso Pindó es una formación vulcanosedimentaria de una fase temprana del Ciclo Brasiliano (700-450 Ma.), del Proterozoico Superior que fue metamorfizada y deformada durante la orogénesis del Ciclo Brasiliano. Sin embargo no podemos excluir que la deposición de los sedimentos a comenzado en el Meso-Proterozoico.

La Suite Metamórfica Villa Florida y el Grupo Paso Pindó están intruidos por la Suite Magmática Caapucú. Esta Suite se compone de granitos de grano grueso y porfíricos, pórfidos de granito/riolita, riolitas y riolacitas. Los granitos de grano grueso se encuentran al NE de Villa Florida, alrededor de la Estancia Barrerito al E de Caapucú y cerca de la Compañía Jhú. Pórfidos de granitos ocurren entre Valle Apuá y el Establecimiento Fanego; también ocurren al sur de la Estancia Casualidad. Microgranitos y pórfidos de granito/riolita ocurren en un área más extensa entre la Colonia Potrero Montiel, en los Esteros del Ypoá y el Arroyo Paso Pindó al N de Villa Florida. También ellos aparecen, frecuentemente entre el granito de grano grueso y riolita, en una faja que se extiende desde la margen de la hoja al E de Caapucú hasta la Compañía Jhú. Los pórfidos de granito/riolita fueron explotados en una cantera cerca de Caapucú hasta Noviembre

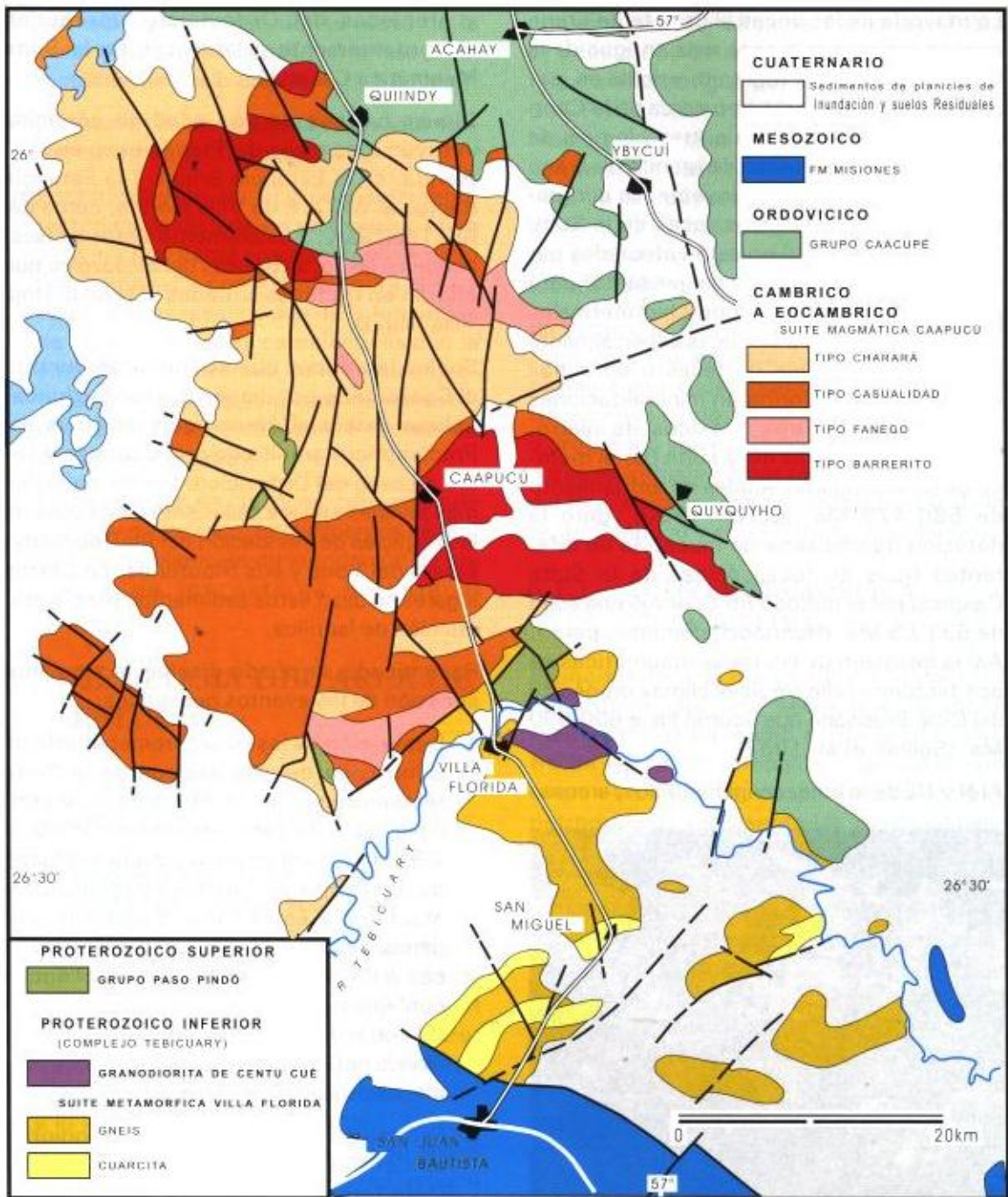


Figura 6: Mapa Geológico Simplificado del Precámbrico Sur.

1996. Actualmente la cantera está abandonada. Las riolitas, riodacitas y dacitas subordinadas ocupan áreas más extensa al N y NW de la hoja. Otras ocurrencias se encuentran en el área situada entre el Arroyo Paso Pindó, la Estancia Bruins al N y al W de Villa Florida. La mayoría de éstas rocas volcánicas son subefusivas con una textura porfírica, y en partes existen transiciones a los pórfidos de granito/riolita. Solamente en unos lugares (p.e. en el Arroyo Paso Pindó, cerca de la

Compañía Yeré, en la Estancia Casualidad al N y W de Villa Florida y alrededor de Charará al W de Caapucú) se encuentran efusivas como lavas densas, tobas, ignimbritas y tufitas. Parece que la Suite Magmática Caapucú es un gran batolito, donde los afloramientos muestran solamente variaciones texturales que se deben a distintos niveles de emplazamiento, pero la intrusión de las rocas magmáticas del mismo ocurrieron más o menos sincrónicamente en diferentes pulsos.

La mayoría de las veces el granito de grano grueso parece ser la roca más antigua de la Suite (diques de microgranito y riolita en granito de grano grueso), pero cerca de la Compañía Costa Jhú se encuentran bloques de microgranito en el techo de granito de grano grueso, los cuales están inyectados por granito grueso (Foto 2). Las rocas de la Suite Magmática Caapucú no están afectados por metamorfismo regional y plegamiento, pero procesos autometamórficos e hidrotermales alteraron en partes a las rocas especialmente en las proximidades de fallas o en zonas cataclásticas que formaron mineralizaciones de pirofilita, sulfuros y óxidos de hierro. Dataciones de rocas de la suite por el método de K-Ar arrojaron edades de enfriamiento de 580-473 Ma. (Lohse 1990), pero la datación de una serie de muestras de diferentes tipos de rocas ácidas de la Suite Caapucú por el método Rb-Sr arrojó una edad de 531 ± 5 Ma. (Höhndorf, comunic. pers.). Así la intrusión de las rocas magmáticas es pos-tectónica, ella siguió el clímax orogénico del Ciclo Brasiliano que ocurrió hace 600-590 Ma. (Söllner et al. 1987).

Al N y NE de la hoja, conglomerados, arcosas



Foto 2: Granito del tipo Barrerito, intruyendo al microgranito en la Compañía Costa Jhú al NW de la Hoja.

y areniscas del Ordovícico superponen discordantemente a las rocas de la Suite Magmática Caapucú.

Diques básicos de una edad no conocida intruyen a las rocas del Precámbrico en Villa Florida, en la Estancia Bruins y la Estancia Ramos al W y al E de Villa Florida, cerca del Río Tebicuary. Posiblemente éstos corresponden a las rocas básicas del Mesozoico que afloran en las hojas situadas al N de la Hoja Villa Florida.

Suelos lateríticos que se formaron durante el Cuaternario por meteorización profunda, cubren extensas áreas sobre el gneis del Precámbrico, granito de grano grueso y sobre arcosas del Ordovícico. Las formaciones más jóvenes son los sedimentos arcillosos de las planicies de inundación del Río Tebicuary, estero del Ypoá y sus tributarios. En ciertos lugares se usan estos sedimentos para la producción de ladrillos.

Resumiendo se puede diseñar la siguiente sucesión de los eventos geológicos:

- 1 Deposition de las rocas premetamórficas e intrusión de sills básicos de la Suite Metamórfica Villa Florida antes o al principio del Ciclo Tans-Amazónico (2000 ± 200 Ma.); plegamiento y metamorfismo de grado alto y en partes migmatización afectaron a estas rocas durante la orogénesis del Ciclo Trans-amazónico (hace ca. 2000 Ma.) y formación de pliegues con ejes de dirección NE-SW. Partes de las rocas de la Suite Metamórfica Villa Florida posiblemente se trata de rocas polimetamórficas.
- 2 Formación del magma de la granodiorita de Centu-Cué durante la orogénesis del Ciclo Trans-amazónico por migmatización o anatexis y emplazamiento de la misma en los metasedimentos de la Suite Metamórfica Villa Florida sin-tarditectonícamente.
- 3 Deposition de los sedimentos del Grupo Paso Pindó al principio de Ciclo Brasiliano (700-530 Ma.); plegamiento y metamorfismo de grado bajo afectaron estas rocas durante la orogénesis del Ciclo Brasiliano (± 600 Ma.) y formación de pliegues con ejes de dirección NW-SE.

- 4 Intrusión y extrusión de las rocas de la Suite Magmática Caapucú en la fase post-tectónica del Ciclo Brasiliano (± 530 Ma.).
- 5 Deposition en discordancia de los sedimentos clásticos del Ordovícico.
- 6 Posteriormente ha ocurrido solamente tectónica de distensión y de cizalla, cuya actividad ya había empezado en el Ciclo Brasiliano y ha continuado hasta el Terciario. Ella es responsable de la formación de fallas y de zonas cataclásticas con la alteración hidrotermal de las rocas afectadas, también del emplazamiento de diques y del ascenso de todo el Precámbrico del sur de Paraguay.
- 7 Meteorización de las rocas, formación de suelos y deposición de sedimentos arcillosos en las planicies de inundación de los ríos y en los esteros durante el Cuaternario.

6 GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

6.1 COMPLEJO RIO TEBICUARY

Proterozoico Inferior (Ciclo Trans-amazónico)

El Complejo Río Tebicuary ocurre de N a S desde el desvío de la Ruta N^o.1 Mariscal Francisco Solano López a la Colonia Montiel Potrero, hasta las proximidades de la Ciudad de San Miguel en la Hoja San J. Bautista, unos pocos afloramientos especialmente a lo largo del corte de la Ruta 1, corresponde a la Hoja Villa Florida. En su límite NE, cerca del contacto con la Suite Caapucú y el Grupo Paso Pindó ocupa una faja continua de dirección NE-SW; las mejores exposiciones son encontradas en las márgenes y en las planicies del Río Tebicuary. La granodiorita de Centu Cué, también se ha formado en el mismo evento por migmatización; en partes ésta roca también ha intruido sintectónicamente a la Suite Villa Florida, que a la vez en sus márgenes muestran plegamientos en las partes migmatítica.

Dichas unidades son las más antiguas de la

columna estratigráfica del Paraguay (Tabla 2) y fue atribuida una edad Proterozoico Inferior a más antigua por el Proyecto Par 83/006 PNUD-MDN (1986) y del Proterozoico Medio por Kanzler (1987). Datación en círculo de una muestra de anfibolita perteneciente a la secuencia, arrojaron edades de 2240 ± 30 y 2040 ± 20 Ma. correspondiendo al Ciclo orogénico Trans-amazónico, (Lohse 1990).

En general el Complejo Río Tebicuary en la Hoja Villa Florida está cubierta discordantemente por rocas metasedimentarias del Grupo Paso Pindó, sedimentos cuaternarios y profundos suelos. El contacto en otros lugares es intrusivo o por falla, como p.e. al N del Río Tebicuary con granitos y riolitas de la Suite Caapucú y con el Grupo Paso Pindó.

6.1.1 SUITE METAMORFICA VILLA FLORIDA

Esencialmente la Suite Villa Florida está constituido por una secuencia de rocas metamórficas de medio a alto grado, dentro de las fácies anfibolita y granulita con anatexis parcial, correspondiendo a tipos petrográficos representados principalmente por gneis granítico cuarzo-feldespático, de color blanco a rosado con pocos máficos y paragneis granulítico fuertemente foliado conteniendo bandas de segregación de cuarzo paralela a la esquistosidad principal y feldespato recristalizado. Estos tipos de gneises, en partes están intercalados con bancos delgados de cuarcita, calcosilicatadas y anfibolitas. El paragneis de la fácies granulita se caracteriza por contener bandas delgadas de segregación de cuarzo paralela a la esquistosidad principal s_1 , microclina metablastica y textura gráfica; por otro lado ambos tipos de gneises se encuentran asociados entre sí, ocurriendo en un mismo afloramiento. La característica principal es la presencia de intercalaciones de rocas calcosilicatadas de color verde, anfibolitas gris-oscuros, cuarcita y cuarcita ferrífera; además de intercalaciones menores de mármol y serpentinita en su límite N, cerca del contacto con la Suite Caapucú. Los diques que normalmente cortan a ésta unidad son migmatíticos y se compone

ERA	PERIODO	CICLO TERMO-TECTONICO	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	FORMACION, TIPO DE ROCA	LITOLOGIA
PALEO-ZOICO	ORDOVICICO		Grupo Caacupé	Fm. Cerro Jhú y Tobatí Fm. Paraguari	Arenisca y arcosa Conglomerado y arenisca
P R O T E R O Z O I C O	CAMBRICO a PROTERO-ZOICO SUPERIOR	BRASILIANO	Suite Magmática Caacupé (531 ± 5 Ma)	Tipo Charará Tipo Casualidad Tipo Fanego Tipo Barrerito	*Lava tobácea, ignimbrita, riolita, riolacita. *Porfido de granito/riolita con matriz idiomórfica, granito aplítico, microgranito. *Porfido de granito/riolita con matriz xenomórfica. *Granito grueso, en partes porfírico.
	PROTERO-ZOICO SUPERIOR	(700 - 450 Ma)	Grupo Paso Pindó (> 590 Ma)	Fm. Cristo Redentor Fm. Paso Lima Fm. Las Mercedes (facies de esquistos verdes)	*Meta-lutita con meta-lutita, corneana y meta-arenisca subordinada. Meta-arenisca, meta-grauwaca y meta-arcosa. *Meta-conglomerado, meta-arenisca, y meta-arcosa con meta-lutita subordinada.
	MESO-PROTERO-ZOICO				
	PROTERO-ZOICO INFERIOR	TRANS-AMAZONICO (2000 ± 200 Ma)	(Complejo Río Tebicuary) (2000 ± 200 Ma)	Granodiorita de Centu Cué Suite metamórfica Villa Florida (facies de anfibolita)	Granodiorita migmática de biotita y hornblenda con grandes porfiroblastos de feldespato Orto- y para-gneis intercalado con esquistos de mica, mármol, calc-silicatada, cuarcita, cuarcita de hierro, anfibolita, esquistos de talco y serpentinita, intruido por diques de cuarzo, pegmatoides y granito aplítico

Tabla 2: Columna Litoestratigráfica del Precámbrico Sur.

de pegmatoides gráficos, aptitas y vetas de cuarzo. Las rocas de ésta Suite presentan pliegues cerrados e isoclinales con ejes de dirección principal NE-SW con inmersión al NE; otras veces algunos pliegues son inclinados con vergencia del plano al SE. Los diques aplíticos y de pegmatoides en algunas partes también

están afectados por el plegamiento principal.

6.1.1.1 GNEIS (yí.gns)

Los gneises de la Suite Metamórfica Villa Florida ocupa una extensa área de ocurrencia y se extiende desde el desvío de la Ruta 1 a Potrero Montiel al N de Villa Florida has-

ta el límite S de la Hoja y desde el Puesto Ramos al W de Villa Florida hasta la margen E de la Hoja. Pero los buenos afloramientos son escasos; principalmente son encontrados al costado de la Ruta 1 al S de Villa Florida, camino a San Miguel, en la Estancia Ramos al W de Villa Florida (82.80 y 80.00), en el camino de la Ruta 1 al parador Las Mercedes y al NE de la ciudad entre las confluencias de los Arroyos Paso Pindó y Yaguary con el Río Tebicuary.

La foliación de la roca es marcada y es evidenciada por el bandeamiento existente ó por la orientación de minerales cuarzo alargados; la lineación es debida a la orientación de minerales laminares de mica o prismático de hornblenda y por la intersección de la esquistosidad s_1 con la esquistosidad transversal, causado por el plegamiento (Foto 5).

Los paragneises del S de Villa Florida son similares a los encontrados en otros lugares; en general son rocas de grano medio a fino de color rosado con marcada foliación; presentan normalmente bandas leucocráticas de segregación de minerales de cuarzo de forma alargada paralela a la esquistosidad principal (s_1); dichas bandas fueron formadas por migmatización y constituye el neosoma que a veces son de granos más gruesos presentando un aspecto masivo y granoblástico, en partes el paragneis se halla intercalada en forma concordante con anfibolita, cuarcita y rocas calcosilicatadas. La foliación del gneis tiene una dirección de NE-SW y buzamiento al NW (máx. $75^\circ/35^\circ$ NNW). Además son encontrados b-lineaciones con inmersión al NE y ejes de plegamiento de dirección $73^\circ/4^\circ$ NE de inmersión. Gneis que contienen epidota verde encontrado en ésta parte, representa una fase transicional en el contacto con las rocas calcosilicatadas o un metamorfismo retrógrado; también ocurren asociados vetas de pegmatoides gráficos (Foto 4).

Al NE de Villa Florida, el gneis se encuentra en contacto intrusivo con la granodiorita de Centu-Cué y en discordancia con el Grupo Paso Pindó. El gneis en ésta parte también es de composición cuarzo - feldespático con muy escasa biotita, de color rosado, grano medio y con foliación de dirección $260^\circ/54^\circ$

NE de inmersión. Se halla cortada por diques de aplitas y pegmatoides. Próximo al contacto de éste con el grupo Paso Pindó, la textura del gneis es porfiroblástica constituyéndose en un "augensgneis", conteniendo fenocristales de feldespato potásico perfitico. Se observa también intercalaciones de bandas de cuarzo, rocas calcosilicatadas e intrusiones de diques de aplita y pegmatoides. Más al norte el gneis está asociada con anfibolitas y calcosilicatadas.

En la zona central, cerca del Río Tebicuary especialmente debajo del Puente de Villa Florida se encuentran un conjunto de rocas con estructura migmatítica, se compone principalmente de gneis cuarzo-feldespático de grano fino, asociado con esquistos micáceo fuertemente plegado y alterado conteniendo



Foto 3: Gneis granítico de la Suite Villa Florida.



Foto 4: Pegmatoides gráfico.



Foto 5: Puntos de Villa Florida: Gneis cuarzo-feldespático con vetas de pegmatoides y cuarzo paralela a S1.

venas de cuarzo y diques leucocráticos paralela a la esquistosidad principal; como núcleo en el esquito de mica se encuentra paleosoma de rocas calcosilicatadas que a la vez están inyectados por diques discordantes de aplitas con plegamiento ptigmático y

granitoides. Las aplitas y los granitoides se han formado por la migmatización y/o fusión parcial durante el metamorfismo de rocas cuarzo-feldespática a una profundidad mínima de 25 Km. Algunos diques discordantes de aplitas no están deformados, posiblemente están relacionados a las intrusiones del Ciclo Brasiliano. Este conjunto litológico fue afectado por lo menos por tres eventos de deformación y un metamorfismo de muy alto grado (Foto 7).

Al norte del Río Tebicuary ocurren mármol y serpentinita en las cercanías del camino a la Colonia Montiel Potrero, distribuidas de manera esparcida en el predio de la Estancia Ramos. En ésta parte las rocas se hallan afectadas por intensa actividad tectónica con desarrollo de pliegues comprimidos de ejes en sentido NE-SW, con ocurrencia de diques de cuarzo de veta y pegmatoides.

En el diagrama K_2O/Na_2O versus SiO_2/Al_2O_3 , según WIMMENAVER (1984), (Fig. 7), casi todos los gneis están situados en el campo de la grauwaca, indicando que el material original de los paragneis y ortogneis posiblemente es grauwaca, pero que han sufrido polimetamorfismo. Los ortogneis probablemente han pasado por un estado de fusión parcial.

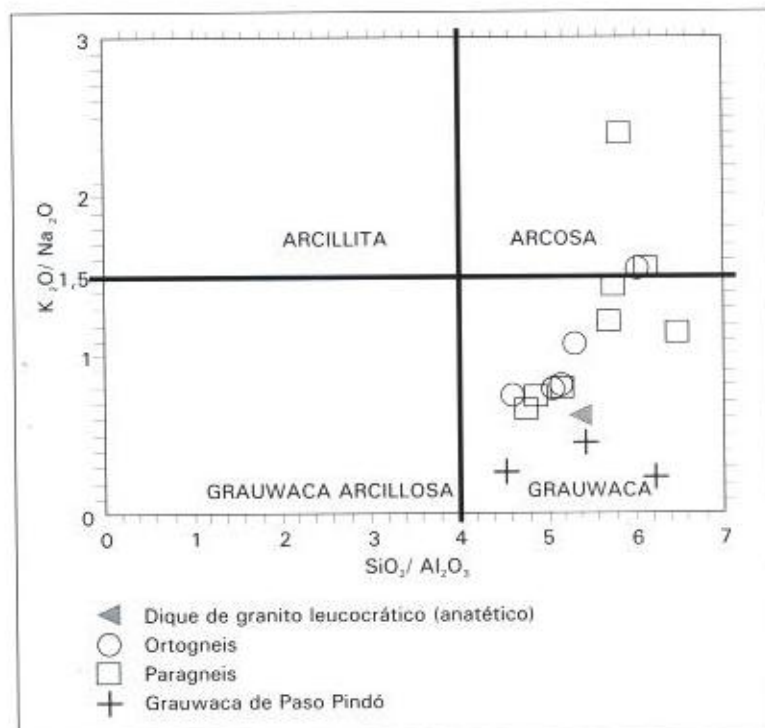


Figura 7: Diagrama K_2O/Na_2O vs. SiO_2/Al_2O_3 según Wimmenaver, (1984).

Paragneis: Son rocas leucocráticas con foliación gnéica definida que está dada por la presencia de bandas de cuarzo orientadas en dirección a S_1 , intercalado con finas capas pocos definidas de granos orientados de cuarzo aplanado que a la vez están asociados formando un mosaico de grano más pequeño de microclina recristalizada y plagioclasa. La microclina contiene normalmente inclusiones de cuarzo y ocurre en mayor proporción que la plagioclasa. Los cristales de cuarzo en su mayoría son xenoblásticos a veces con bordes dentados; ocasionalmente se encuentran micro-

porfidoblastos de microclina y plagioclasa dando un carácter porfiroblástico a la roca. En el contacto entre cristales de plagioclasa/microclina se observa formación de mirmequita. También están presente láminas de biotita y granos aislados de opacos ligeramente orientadas; la ocurrencia de granos aislados de opacos da indicio de una biotita primaria alterada.

Ortogneis: Son rocas fuertemente foliadas con típica textura gnéisica evidenciada por la presencia bandas de cuarzo orientados en dirección a la esquistosidad principal s_1 . Sus componentes mineralógicos principales son plagioclasa, cuarzo, microclina y biotita. La plagioclasa ocurre en cristales idio-hipidioblásticas con finas maclas polisintéticas, a veces con zoneamiento primario, alteradas en el centro a minerales arcillosos, formando a veces microporfiroblastos; dichos cristales se distribuyen dentro de un mosaico de granos más pequeños de cuarzo xenoblástico, plagioclasa y microclina pertítica. El cuarzo ocurre frecuentemente como granos irregulares a xenoblásticos y la microclina en partes forman granos esqueléticos más grueso. En forma aislada ocurre biotita alterada orientados en dirección a la esquistosidad y está asociado con granos de opaco y muscovita secundaria; ocasionalmente ocurre textura mirmequítica en el contacto entre plagioclasa con el feldespato potásico. Según la textura y la composición la mayor parte de los ortogneis se trataría de una ortoroca (posiblemente granito o riolita), gneisificada y fuertemente foliada (Foto 6).

6.1.1.2 GNEIS ANFIBOLITICO (γ.gns)

En zonas próximas al contacto con anfibolita se encuentran gneis con hornblenda; la roca



Foto 6: L.P. ancho 7,5 mm, muestra B 133/ B 150. Gneis metatexitico con textura gráfica y microclina pertítica. Suite Villa Florida.

se caracteriza por presentar buena foliación, textura grano-nematoblástica; mineralógicamente está compuesta por cuarzo en forma de grano xenoblástico y en forma de bandas paralela a la esquistosidad, plagioclasa del tipo oligoclasa y hornblenda con pleocroismo verde oscuro a verde amarillento de forma irregular con inclusiones de circón; a veces los cristales de hornblenda están reunidas en forma de bandas orientadas paralela a la foliación. Como accesorios se encuentran circón, ilmenita, titanita asociada a escasa biotita y muscovita secundaria.



Foto 7: Puente de Villa Florida. Rocas Calcosilicatadas plegadas con boudinaje paralela a O e intruido por pegmatoide y aplita.

6.1.1.3 CUARCITA (yí.q)

Grandes paquetes de cuarcita afloran cerca de San Miguel al S de Hoja Villa Florida. En esta Hoja, la cuarcita se encuentra incluida en la anfibolita como restitos o enclaves félsico y en el gneis en forma de lentes. Generalmente posee color blanco, muy fracturado, es de aspecto masivo y de textura granoblástica; esencialmente está constituido por minerales de cuarzo.

Cuarcita ocurre en Puesto Ramos (B116/3135; 84.07-79.52), un afloramiento aislado asociada con serpentinita y mármol. El color de la roca es blanquecino a gris de textura cataclástica, presentando como mineral dominante cuarzo, poco muscovita y accesorio calcita, transicionando a mármol a través de cuarcita calcosilicatada con epidota y wollastonita de color gris verdoso.

6.1.1.4 CUARCITA DE HIERRO (yí.qf)

Bandas lenticulares de cuarzo intercalado con minerales de hierro, asociado con esquistos de cuarzo y mica, fueron localizadas al SE de Villa Florida, cerca del Arroyo San Roque fuera de la Hoja Villa Florida. Otro pequeño afloramiento de cuarcita ferrífera en la Hoja Villa Florida, es en el predio de la Estancia Mburicasy, aflorando en una antigua mina abandonada dentro del gneis de la Suite Villa Florida. El comportamiento del material es en forma de lente y posee una dirección NW-SE, paralela a la esquistosidad del gneis; el espesor de ésta unidad no fue determinado.

En el microscopio se observa la predominancia de dos fases; una leucocrática representada por cristales de cuarzo, de formas subhedrales, bien cristalizados, algunos con extinción ondulante y la otra fase opacos, también conformados por agregados cristalinos de color oscuro, de hábitos granulares, a veces aciculares de magnetita, además posee inclusiones de hematita de color rojo oscuro. Como accesorios fueron encontrados apatito y clorita secundaria.

6.1.1.5 CALCOSILICATADAS (yí.cs)

Afloramientos de rocas calcosilicatada son encontrados al S de Villa Florida (94.76-67.85) camino a San Miguel y en el predio de la Estancia Ramos al NW; pero su mejor exposición

es en la margen del Río Tebicuary, debajo del puente Villa Florida (87.20-79.50) (Foto 7).

Lohse (1991) describió como fels calcosilicatado de grano fino a veces con bandeamiento a éstas rocas. En cambio Orué (1996) ha clasificado como epidosita a las rocas que contiene en mayor proporción epidota.

Las calcosilicatadas se distinguen de la anfibolita en el campo por su color verde más claro, estructura bandeada y consistencia más fresca, las anfibolitas normalmente son foliadas y color más oscuro. Está intercalada además con gneis cuarzo-feldespático y pegmatoides gráficos; a veces también contiene delgadas bandas de segregación de cuarzo.

En general en el microscopio la mayor parte de estas rocas se caracterizan por presentar foliación y bandeamientos acentuados; pero otras veces son masivos de textura granomatoblástica, de grano medio a fino, constituido por cuarzo y epidota, como accesorios normalmente se encuentran circón y algo de mena. Muestra de roca calcosilicatada del Puente de Villa Florida, contiene diópsido, feldespato potásico, plagioclasa, calcita, wollastonita, escapolita (mejohita) y grandes cristales poikiloblástico de granate (grosularia), con inclusiones de titanita, calcita, cuarzo, epidota, wollastonita y escapolita.

El diópsido a veces contiene inclusiones de epidota; la wollastonita y la titanita son granos nematoblásticos. La foliación de la roca es irregular y está dada por orientación de los prismas de wollastonita.

Las calcosilicatadas no foliadas son rocas de aspecto masivo, de color verde claro, grano medio a fino y sus principales minerales constituyentes son la epidota y el cuarzo; se puede encontrar en forma de bandas centimétricas junto con lechos de anfibolita.

La epidota ocurre principalmente como agregados de cristales idioblásticos a xenoblásticos, bien desarrollados con hábitos granulares, algunos de ellos están parcialmente maclado; además en menor proporción fue verificada la presencia de agregados irregulares de cuarzo como fase intersticial, plagioclasa y clorita en forma de finas láminas. Probablemente las epidotas se han formados por retro-

metamorfismo en una fase tardi- o postectónica del Ciclo Trans-amazónico.

6.1.1.6 MARMOL (γi.m)

El único afloramiento de mármol fue identificado al NW de la ciudad de Villa Florida, en el predio de la Estancia Ramos (84.20-80.10). Se trata de un cuerpo lenticular encajado en calcosilicatadas y gneis. La misma en algunos casos presenta bandeamiento composicional con lecho más oscuro de mármol impuro con dirección 100° y buzamiento vertical. Las rocas calcosilicatadas de color gris verdosa y el gneis posee una dirección de foliación de 150°/60° NE. Vetas de pegmatoides e intercalaciones de lechos de composición calcosilicáticos son comunes en ésta parte.

En este lugar, en una cantera abandonada se observa la ocurrencia de una roca de color blanco, textura granoblástica de grano medio a grueso, compuesta principalmente por minerales de calcita. La misma presenta bandeamiento composicional de mármol impuro, evidenciada por la presencia de lechos de color gris; observaciones microscópicas de láminas delgadas del mármol impuro revela la presencia de calcita, forsterita serpentizada, flogopita y calcita + flogopita.

La roca presenta estructura masiva equigranular de grano medio a grueso, de textura granoblástica y está compuesta principalmente por cristales de formas idioblásticas a subidioblásticas de calcita; como accesorios fueron encontrados minerales de hábito fibroso de color gris oscuro de serpentina (antigorita) y minerales laminares de flogopita. Otra muestra de roca del mismo afloramiento presenta también textura granoblástica poligonal, de aspecto masivo constituido por cristales idioblásticos de carbonatos (calcita, dolomita) y como acompañantes cristales pseudomórficos de olivino (forsterita) transformada a serpentina y flogopita, ambos en proporciones aproximadamente igual a la de los carbonatos. Accesorios principales son granate, anfíbol y opacos.

La forsterita se forma por la reacción entre la dolomita y el cuarzo en condiciones de alta temperatura en el metamorfismo de la fácies

anfíbolita o granulita y la serpentización del mismo es causado por un metamorfismo retrógrado.

6.1.1.7 ANFIBOLITA (γi.an)

Aflora principalmente en el borde del Río Tebicuary, debajo del puente Villa Florida (87.13-79.57) al costado de la Ruta 1 entre las ciudades de Villa Florida - San Miguel y cerca del Puesto Ramos, generalmente en forma de pequeños afloramientos de dirección NE-SW, asociados con gneis, rocas calcosilicatadas, cuarcita y pegmatoides gráficos.

El afloramiento de anfíbolita del Río Tebicuary presenta plegamientos superpuestos y muestran esquistosidades primarias y secundarias (s_1 y s_2), con presencia clivaje de tensión paralela al plano a-c, perpendicular a la esquistosidad s_1 y b_1 -lineación; las venas de cuarzo están orientadas paralelas a s_1 ; y al plano a-c; en cambio la b_1 -lineación es paralela a la esquistosidad s_2 . Los pliegues principales en la anfíbolita, tienen ejes en dirección NE-SW y NE de inmersión.

Exhibe generalmente una fina estratificación metamórfica con rocas calcosilicatadas, con el cual a veces transiciona de manera gradual por enriquecimiento en epidota. En algunas partes como p.e. en Puesto Ramos está asociada con gneis, cuarcita y mármol y en el puente de Villa Florida ocurre asociado con gneis, rocas calcosilicatadas, cuarcita y restitos de esquisto micáceo; están intruidos además por diques de aplitas que cortan discordantemente a la foliación en ésta parte; pero cerca de Puesto Ramos se encuentra como pequeños enclaves máficos en rocas calcosilicatadas y gneis con epidota.

Las anfíbolitas son rocas color gris verdosa oscura, grano medio a fino, masivas o foliadas, a veces con plegamientos bien desarrollados; su constituyente principal es el anfíbol y en menor proporción cuarzo. Exhibe una fina estratificación metamórfica con las calcosilicatadas, que por enriquecimiento gradual en epidota la anfíbolita pasa a formar calcosilicatadas de color gris verdosa, resultando en este caso en una alternancia que se distinguen una de otra por

diferencia de color; los lechos oscuros son de anfibolita y gris verdosos de calcosilicatada.

En el microscopio presenta una textura grano-nematoblástica y una mineralogía constituida principalmente por hornblenda, cuarzo y poca plagioclasa. A veces la hornblenda es el principal mineral de la roca, constituyéndose en este caso en un fels de anfíbol. La hornblenda se presenta en el microscopio en cristales de hábito prismático, con pleocroismo variando de verde oscuro a verde claro y el cuarzo xenoblástico. Normalmente esta roca contiene como accesorios esfena, circón y opacos, como minerales se-

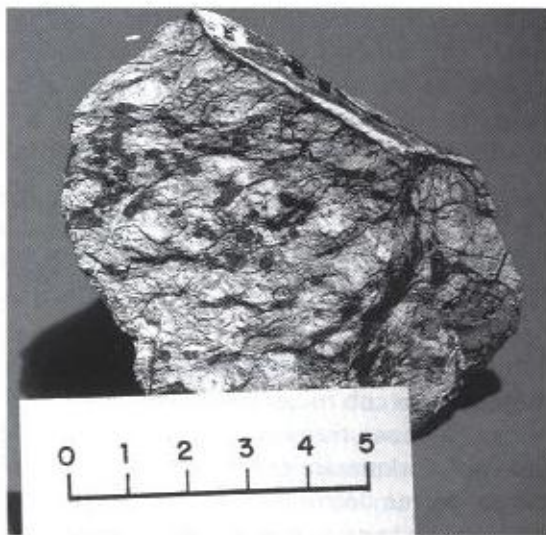


Foto 8: Serpentinita de la Suite Villa Florida.

cundario clorita.

Una muestra de anfibolita del S de Villa Florida, al costado de la Ruta 1, cerca del contacto con roca calcosilicatada es clasificada como una corneana de anfíbol y epidota; la textura de la roca es grano-nematoblástica, que está dada por la presencia de hornblenda, epidota y poco cuarzo. La hornblenda generalmente es de la variedad tschermakítica de color marrón y azul barroisítica, acompañada de abundante epidota que en partes fue formado a partir de la sausrutización del feldespato; Los cristales de epidota en luz paralela son verdes claro, débilmente pleocroico y alto relieve, contiene normalmente inclusiones de cuarzo y presentan hábitos prismáticos cortos o granulares. El cuarzo aparece como fase intersticial en forma de cristales xenoblástico

(con inclusiones de epidota). Entre los accesorios se encuentran apatito como inclusiones idiomórficas en hornblenda y minerales opacos con halos de titanita e ilmenita secundaria. Clorita secundaria se encuentra también en la hornblenda.

6.1.1.8 SERPENTINITA (γi.ub)

Estas rocas son encontradas como pequeños afloramientos de unos 50 m de ancho en el desvío a Potrero Montiel en contacto con gneis y riolita de la Suite Caapucú y también como continuación de la misma faja ocurre al S de la Estancia Ramos en contacto con gneis, cuarcita y pegmotoide. En el primer afloramiento presenta una foliación en dirección N40°E, con inclinación de 45° al NW. En otro punto más al S la serpentinita posee otra dirección de foliación, 110° e inclinación hacia el NNE casi vertical.

El color de la roca es verde-amarillenta a gris oscura, foliada o masiva, constituidos por minerales de aspecto fibroso de serpentina bordeando megacristales de pseudomorfo de olivino y ortopiroxeno hasta 2cm. de tamaño. Dicha característica mineralógica confiere a la roca un aspecto porfiroblástico (Foto 8).

En el microscopio se trata de una peridotita piroxénica primaria de textura pseudoporfirítica con matriz completamente serpentinitizada y una mineralogía constituida por grandes porfiroclastos de ortopiroxenos idio-hipidiomórficos en una matriz de serpentina (formada a partir del olivino). El ortopiroxeno alterado pasa a formar minerales de talco coloreado y serpentina. Los clastos de ortopiroxeno de formas relicticas poseen formas rómbicas (posiblemente también sea de hornblenda primaria). Acompaña a las anteriores abundante hojuelas pequeñas de pennina/clinocloro, ópticamente positivas con textura de serpentina. Además se encuentra abundante cantidad de pequeños gránulos diseminados de magnetita y en forma de agregados en la matriz.

De acuerdo a las características observadas en el campo y de rasgos texturales en el microscopio, el material original se trata de una harzburgita cumulática, roca ultrabásica rica

en olivino y ortopiroxeno de formas idiomórficas a hipidiomórficas que ha sufrido un posterior metasomatismo de sílice e intrusión de agua, ocasionando la serpentinización de la roca (Foto 9).

En el diagrama de rocas ultrabásicas basado en CaO vs. Al_2O_3 , de Burgath et al. (1987b) fueron plotados las serpentinitas de la Hoja Villa Florida para distinguir el tipo de roca ultrabásica original; la muestra (B 119) contiene Al_2O_3 :1.31, CaO:0.08 y la muestra(E30/NC) Al_2O_3 :1.06, CaO:0.05, correspondiendo al campo de una harzburgita (Fig. 9).

Muestras de serpentinita

B119/3161: (Estancia Ramos: 84.05-79.52)

E30/NC/2852: (Desvío a Montiel Potrero: 86.00 -83.60)

6.1.9 DIQUES

Son rocas pertenecientes a la secuencia Precámbrica de la Suite Metamórfica Villa Florida; la mayoría de los diques de pegmatoides y aplitas fueron formado por migmatización durante el metamorfismo y están emplazadas principalmente en gneis y rocas calcosilicatadas en forma concordante y discordante con la esquistosidad principal s_1 . También ocurren vetas de cuarzo y microgranito en zonas de fracturas; en este caso tienen un carácter intrusivo y discordante con la estructura de las rocas encajantes.

6.1.1.9.1 Pegmatoides (p)

Los pegmatoides son rocas leucocrática de grano grueso a muy grueso, color rosado de composición granítica; mi-

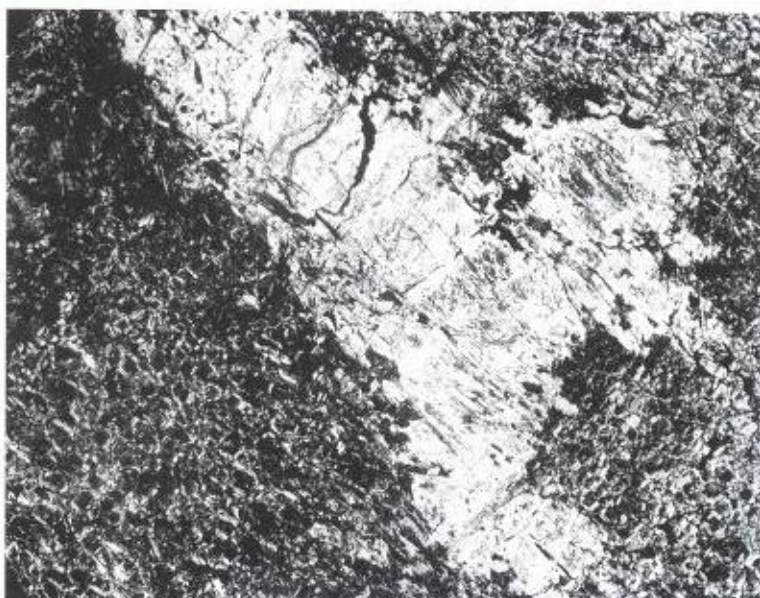


Foto 9: L.P. ancho 7,5 mm. Lámina petrográfica de la muestra B₂ Serpentinita al NW de Villa Florida. Antes de la serpentinización fue una Harzburgita sin plagioclasa, casi sin piroxeno. Mineral claro es un porfiroclasto de ortopiroxeno, pseudomórfico, ahora consiste de minerales arcillosos y serpentina. La matriz mas fina y oscura es serpentina que ha reemplazado completamente al olivino y además algunas magnetita. Este reemplazamiento de olivino por serpentina es combinado por segregación de serpentina.

neralógicamente se halla constituido por una mezcla eutéctica de cuarzo y feldespato potásico frecuentemente en crecimiento de aspecto gráfico, conteniendo ocasionalmente como

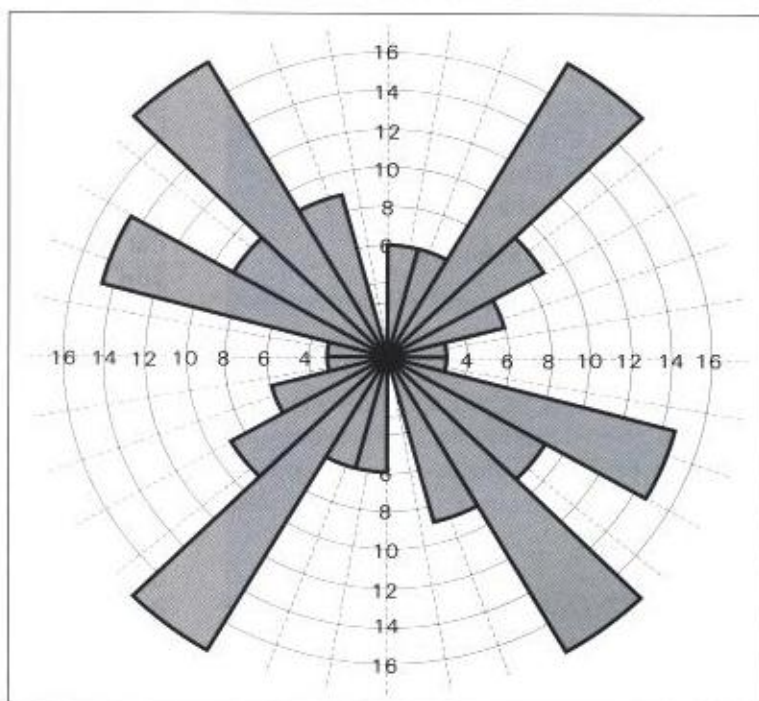


Figura 8: Roseta de diques.

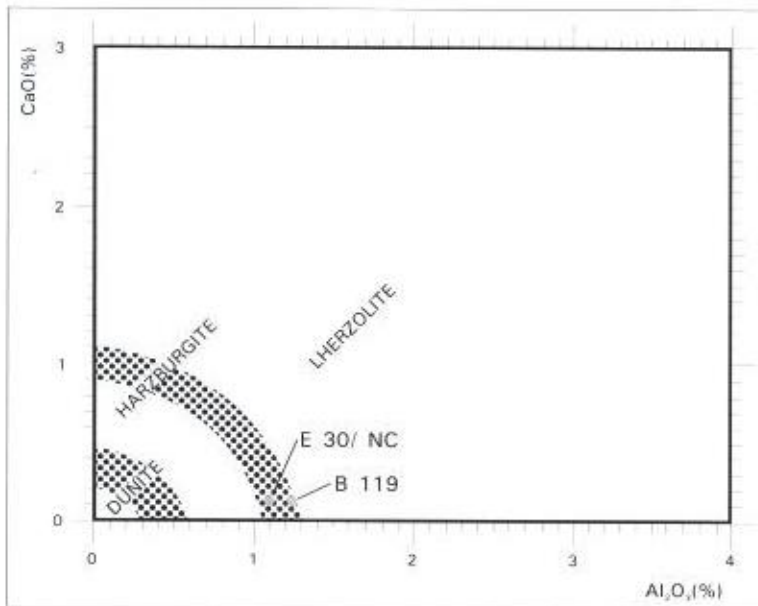


Figura 9: Diagrama de clasificación de rocas ultrabásicas CaO vs. Al₂O₃ de Burgath et al (1987).

accesorios biotita o muscovita.

6.1.1.9.2 Cuarzo de Veta (q)

Se encuentra intruyendo principalmente al gneis de la Suite Villa Florida en forma de filones de dirección NE-SW. Presenta generalmente color blanquecino normalmente muy fracturado; también a veces se halla asociado con pegmatoides.

6.1.1.9.3 Aplita (a)

Son rocas graníticas de color rosado, equigranulares y hololeucocráticas, de grano fino a medio, de textura fanerítica xenomórfica de aspecto "sacaroides". En partes, los diques de aplitas fueron afectados también por la deformación principal del Ciclo Trans-amazónico.

6.1.1.9.4 Microgranito (mg)

Los diques de microgranito, corta discordantemente a la Suite Villa Florida; la mayoría están emplazadas en fracturas de dirección NE-SW y posee un ancho promedio de 5 m. Son rocas de color rosado, de textura granular hipidiomórfica, grano medio a fino. Se compone principalmente de cuarzo, feldespato y mica (Fig. 7).

6.2 GRANODIORITA DE CENTU-CUE (yi.gd)

Proterozoico Inferior
(CicloTrans-amazónico)

La primera mención de la ocurrencia de ésta roca se debe a Kanzler (1987) al referirse a la zona 2 como zona de fractura alrededor de Villa Florida, donde según el autor ocurren asociados metasedimentos y rocas magmáticas. Los afloramientos de rocas ígneas intrusivas bajo la denominación de granodiorita Matadero, ocupa la porción S y E de dicha ciudad en una cantera abandonada, se observa la presencia de una roca de color blanquecino y gris oscuro, de textura porfírica. En ella resalta la presencia de megacristales idioblásticos de feldespato alcalino de color blanco hasta unos 5 cm de lar-

go. La matriz de grano medio a grueso y está constituida por minerales máficos, feldespatos y poco cuarzo. La cantidad de biotita y hornblenda es alta, en algunos casos solamente la hornblenda constituye el mineral máfico (Foto 10). Otras exposiciones al SE de Villa Florida se encuentran en el Parador Centu-Cué en contacto con los gneis de la Suite Villa Florida, al N de Centu-Cué en el Arroyo Yaguary, cerca de la confluencia del Arroyo Paso Pindó y el Río Tebicuary y en el Parador Las Mercedes al N E de Villa Florida a orillas del Río Tebicuary, próximo al contacto con el Grupo Paso Pindó. En el centro de la intrusión cerca de Villa Florida, la foliación de la granodiorita no es muy clara; la roca es masiva, pero cerca del contacto las características de la roca son diferentes a las anteriores debido a la fuerte deformación a que fue sometida, observándose plegamientos, migmatización e intensos fracturamientos resultando en un cambio textural y estructural de la roca original. Allí se trata de una roca de color rosado de estructura gneisica con presencia de fenocristales de feldespato alcalino; la foliación de la roca es evidente con desarrollo de esquistosidades y lineación de minerales; además de fracturas rellenas con diques de pegmatitas, aplitas, felsitas y cuarzo de veta, cortadas y/o desplazadas a veces por fallas. En la zona de contacto con el gneis, la granodiorita de Centu-Cué desa-

rolla una foliación y presenta una textura porfiroblástica, conteniendo fenocristales de feldespato potásico hasta 5 cm de tamaño. También se encuentra biotita y hornblenda como minerales máficos. Está intruido además por diques de microgranito, cuarzo de veta y roca oscura y está afectada por fracturas NW-SE y NE-SW.

La foliación proximo al contacto con el gneis de la Suite Villa Florida esta ajustado a la foliación del gneis (rumbo NE-SW, buzamiento NW o SE), por otra parte la granodiorita muestra dos diferentes direcciones cerca del contacto con el Grupo Paso Pindó. En el Parador Las Mercedes la dirección de la foliación más antigua es entre 70° - 75° / 18° - 40° SW de buzamiento y la foliación más joven es de 350° / 35° NW de buzamiento; esta foliación fue causada por la deformación del Grupo Paso Pindó. La dirección de la lineación es entre 70° - 75° / 40° NW de inmersión.

Las principales direcciones de fracturas son E-W, NW-SE las más antiguas y N-S, NE-SW, son las más jóvenes. El relleno de minerales arcillosos es preferentemente en las fracturas más jóvenes, en cambio las direcciones más antiguas son fracturas con emplazamiento de los diques félsicos (Foto 11).

La estructura de la granodiorita indica que probablemente se formó durante el metamorfismo de la Suite Villa Florida por anatexis en un nivel profundo del orógeno e intruyó a los metasedimentos durante la fase de deformación sin-tarditectónica. Más tarde, durante el Ciclo Brasiliano, los sedimentos del Grupo Paso Pindó cubrieron discordantemente a la Suite Villa Florida y a la granodiorita de Centu Cué y durante el Ciclo Brasiliano las rocas estuvieron sujetas a un nuevo plegamiento.

Geocronología: las dataciones disponibles fueron las determinaciones K-Ar hechas por Comte & Hasui (1971), indicando una edad de 535 ± 30 Ma. Según los autores estas edades deben ser tomadas con reserva, ya que esta roca sufrió los efectos del proceso termal ocurrido al final del ciclo Brasiliano, que probablemente provocó escape de Argón, obteniéndose así una edad al final del Precámbrico, pudiendo ser más antigua.

También la datación K-Ar en minerales



Foto 10: Detalle de la granodiorita de Centu-cué.



Foto 11: Diques de aplita en granodiorita de Centu-cué.

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	(SO ₃)	LOI	IF)	LOI	Sum
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
60.73	0.572	16.78	4.47	0.080	1.84	2.65	3.58	5.91	0.256	0.04	0.005	0.039	1.67	98.62

(As)	Ba	Bi	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	Hf	La	Mo	Nb	Ni
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
26	5734	<3	101	6	22	6	13	17	<5	57	<2	9	<3

Pb	Rb	Sb	Sc	Sn	Sr	Ta	Tb	U	V	W	Y	Zn	Zr
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
64	81	14	9	2	1138	<5	<5	<3	81	<3	12	71	120

Tabla 3: Análisis químico de la granodiorita de Centu-Cué. Muestra HVF18/2879 (89.56-79.68), al E de Villa Flori-

de ésta rocas dieron a Lhose (1990) y Engler (1991) una edad de enfriamiento de 550 Ma., pero suponemos que la granodiorita fue deformada en el Proterozoico Inferior y la edad de 550 Ma. es de rejuvenecimiento durante la fase post-tectónica del Ciclo Brasiliano.

Microscópicamente, la granodiorita es una roca holocristalina, mesocrática de textura porfirítica gruesa, con fenocristales de feldespato potásico no alterada; la matriz es de grano medio a grueso subidiomórfica, constituido por feldespato potásico de forma subhedral con maclas de carlsbad normalmente alterada a sericita y muscovita, mostrando frecuente intercrecimiento perítico o mirmequítico. Las plagioclasas saussuritizada normalmente turbias son también subhedrales de hábito prismático y con maclas polisintéticas finas a medias, alteradas a sericita y minerales arcillosos. El cuarzo ocurre en menor proporción que los feldespatos y se encuentra como constituyente de la matriz, de hábitos granulares y presentan normalmente inclusiones de opacos y hornblenda. Como minerales máficos se observa la predominancia de hornblenda subhedral, con fuerte alteración a clorita marrón, verde y azul acompañado de opacos; a veces ocurre cristales rómbicos no alterados con su característico clivaje oblicuo y pleocroismo marrón amarillento a marrón oscuro. La biotita acompaña en menor proporción a la hornblenda, y está alterada también a clorita fusiforme y opacos, algunos poseen inclusiones de apatito y titanita.

Como accesorios fueron encontrados titani-

ta, apatito, minerales opacos y ortita metamítica algunos con borde de epidota. Los porfiroblastos grandes de feldespato potásico crecieron sobre la matriz; las inclusiones de los mismos están dispuestas en un arreglo paralelo a la misma.

En el diagrama QAP de clasificación de rocas de Steckeisen (1976). (Fig. 10), la muestra HVF/18 se encuentra en el campo de las granodioritas.

6.3 DIAGRAMA DE CLASIFICACION MINERALOGICA Y GEOQUIMICA DE LA SUITE VILLA FLORIDA

Un total de 16 análisis químico de rocas correspondiente a la Suite Villa Florida fueron plotados en los diagramas de clasificación geoquímica.

La Fig. 11 representa la clasificación desde el punto de vista geoquímico de las rocas ácidas de la Suite Magmática Caapucú.

En el diagrama Al₂O₃/SiO₂ (Fig. 11.1) los puntos se distribuyen en dos tipos de campos; el de POG (Grupo III, granitoides post-orogénicos) y granitoides del Grupo I (IAG + CAG + CCG); en cambio en el diagrama FeOt/(FeOt + MgO) (Fig. 11.2), ocurre todo lo contrario, la mayor parte los puntos de las muestras de la Suite Villa Florida, quedan en el campo de los granitoides del Grupo II (RRG, CEUG), también de acuerdo a este diagrama, solamente la granodiorita de Centu Cué y una muestra de gneis aplítico queda en el campo de granotoides del Grupo I (IAG + CAG + CCG) y una mues-

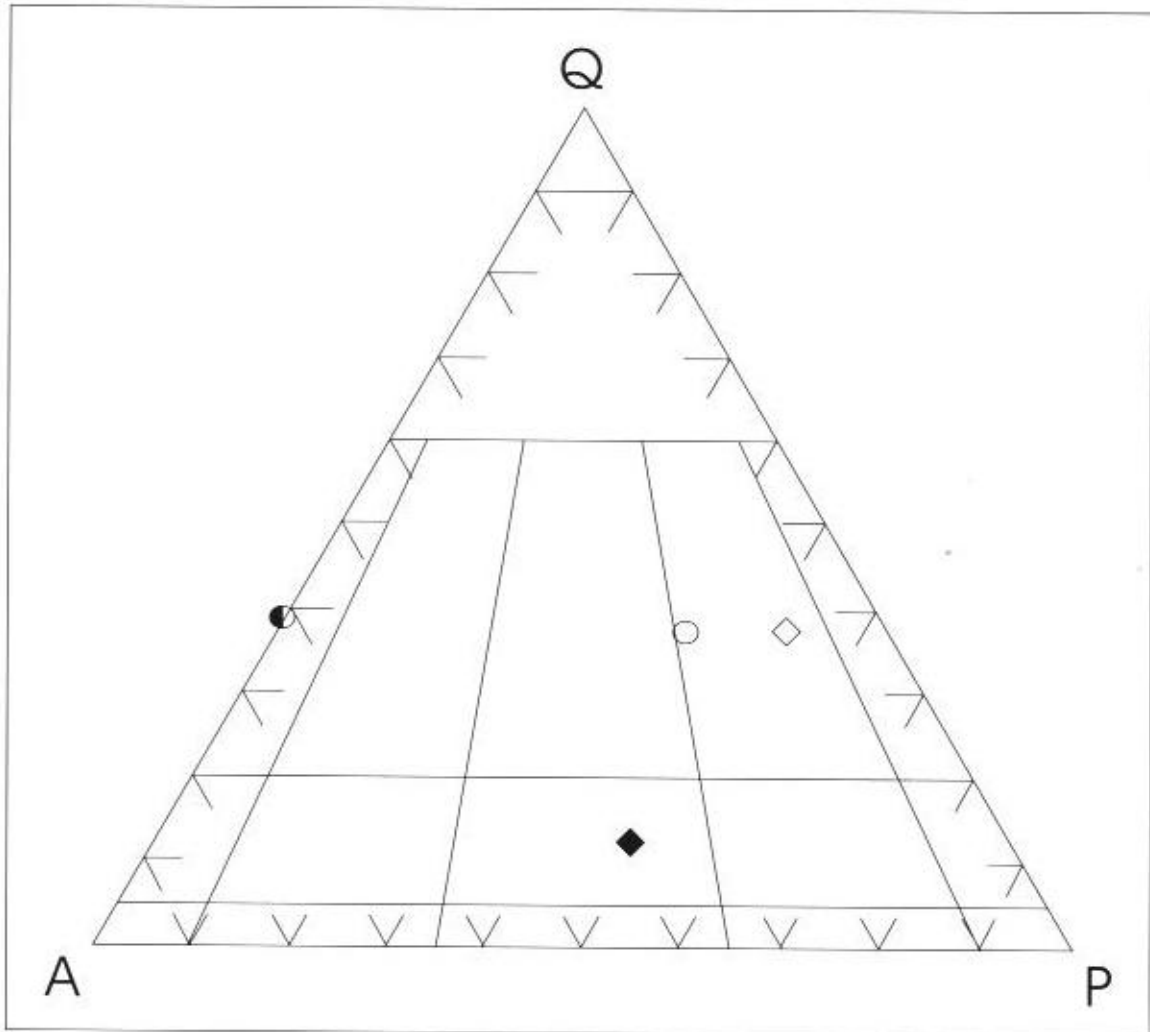


Figura 10: Diagrama QAP de clasificación de rocas, según Streckeisen, (1976), para la granodiorita de Centu-Cué (◇ Granodiorita de Centu-cué).

tra de ortogneis en el campo del Grupo III (POG).

En el diagrama de saturación en aluminio AKN / ACNK (Maniar & Piccoli 1989) (Fig. 11.3), la mayoría de las rocas de la Suite se encuentran en el campo de los peraluminosos. La granodiorita de Centu Cué y un dique aplítico que corta a dicha granodiorita se encuentran en el campo de los metaluminosos.

El diagrama R1xR2 (Batchelor & Bowden 1985) (Fig.11.4), relaciona composición química con ambiente tectónico. La distribución de los puntos para las rocas de ésta Suite se concentran entre los campos 4 - 6 y 7, con mayor población entre 6 y 7, que corresponden a granitoides post-orogénicos relacionados a ambientes sin-colisionales. El

campo 4 son generalmente granitoides subalcalinos monzoníticos (tardí orogénicos) y los campos 6 y 7 para los post-orogénicos.

6.4 GRUPO PASO PINDO

Proterozoico superior (Ciclo Brasileño)

En la Hoja Villa Florida, la ocurrencia de esta unidad es limitada, restringiéndose principalmente a la parte NE de Villa Florida, aflorando en las inmediaciones del Arroyo Paso Pindó en el predio de la Hacienda Las Mercedes, en contacto discordante y también tectónico con la unidad metamórfica más antigua. Otros pequeños afloramientos se encuentran al W de la Ruta N°. 1, camino a la compañía Charará, cerca del Arroyo Paso Lima, al S de éste frente a la Estancia San José, próximo al Cerro Pirú y en la Estancia

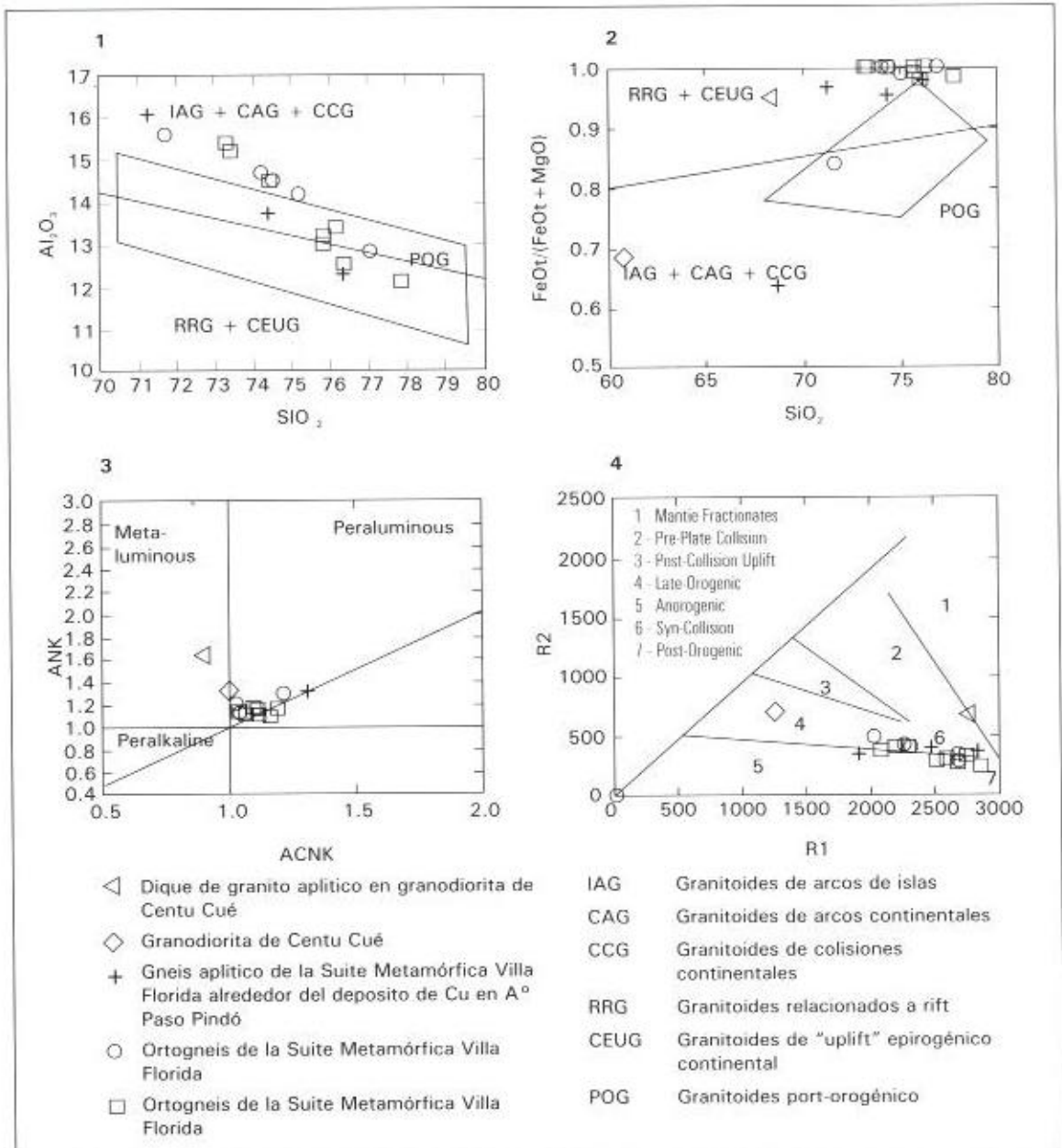


Figura 11: Diagrama de clasificación geoquímica del Complejo Río Tebicuary.

Bruíns al W de Villa Florida en contacto tectónico con rocas magmáticas más jóvenes.

El grupo Paso Pindó, se compone de tres formaciones: El inferior Las Mercedes, el medio Paso Lima y superior Cristo Redentor (Tabla 4).

En el camino a la hacienda Paso Pindó es posible observar a las siltitas arcillosas y areniscas arcóscicas (Fm. Cristo Redentor) del Grupo Paso Pindó, en contacto tectónico con el gneis de la Suite Villa Florida a tra-

vés de una falla de empuje de dirección $N48^{\circ}E/ 80^{\circ} NW$ de inclinación; el gneis cabalga parcialmente sobre las rocas meta-sedimentarias. En este lugar siltitas arcillosas están plegadas con un eje de dirección entre $93^{\circ} - 95^{\circ}$ y una inmersión de $23^{\circ} - 25^{\circ}$ al W, con sus flancos vergiendo 45° al S y el plano buzando al N. La esquistosidad transversal s_1 de la pizarra es paralela al eje del pliegue pero con un buzamiento al S 72° y 85° al N. En cambio la foliación del gneis es paralela a la falla.

Cerca de la confluencia del Arroyo Paso Pindó

GRUPO PASO PINDÓ	
<i>Edad de sedimentación</i>	Proterozoico Superior (posiblemente medio)
<i>Sedimentación</i>	Sedimentos en partes posiblemente glacial con porciones volcanoclasticos
<i>Plegamiento y metamorfismo</i>	Ciclo Brasiliano (fase principal: 600 - 590 M.a.)
<i>Grado de metamorfismo</i>	Facies esquistos verdes
<i>Estructura tectónica</i>	max. ss = 305/32 NE, max. b ₁ = 125 ° 6 SE
Fm. Cristo Redentor	
<i>Litología</i>	Arcillitas, pizarras, meta-siltitas (Varvita) con capas y lentes de meta-arenisca, meta-tufita y epidota hornfels
<i>Localidad tipo</i>	Cerro Cristo Redentor E de Paraguarí (nueva denominación)
<i>Otras ocurencias</i>	Graben de Ypacaraí al N de Paraguarí, A° Paso Pindó W de Las Mercedes y al N de Villa Florida
Fm. Paso Lima	
<i>Litología</i>	Meta-grauwaca, meta-arcosa y meta-arenisca
<i>Localidad tipo</i>	Paso Lima, en la Colonia Charará al W de Caapucú (denominado por PNUD/GÓMEZ 1988)
<i>Otras ocurencias</i>	A° Paso Pindó cerca de Las Mercedes N de Villa Florida, S de Estancia Casualidad y W de Villa Florida
Fm. Las Mercedes	
<i>Litología</i>	Meta-conglomerado con capas y lentes de meta-arenisca, meta-grauwaca, meta-arcosa y pizarra
<i>Localidad tipo</i>	Parador Las Mercedes cerca del Arr. Paso Pindó N de Villa Florida (denominado por PNUD /GÓMEZ 1988)
<i>Otras ocurencias</i>	no observada

Tabla 4: Cuadro de resumen de las características del Grupo Paso Pindó.

con el Río Tebicuary, se puede observar la discordancia entre el Grupo Paso Pindó y el Complejo Río Tebicuary. En esta parte los conglomerados y grauwas del Grupo Paso Pindó cubren discordantemente al gneis de la Suite Villa Florida y una apófisis de la granodiorita de Centu-Cué.

Los afloramientos de Paso Lima, Estancias San José y Bruíns, exhiben un contacto tectónico con las riolitas encajantes. En general la exposición en ésta parte del Grupo Paso Pindó está

representada por el miembro arenoso (Formación Paso Lima), con arcosas, grauwas y areniscas de grano grueso a medio, de color marrón, presentando estratificaciones plano-paralela, ocasionalmente cruzadas. Los estratos poseen una dirección de 108°/20°NNE de inclinación.

El Grupo Paso Pindó es una secuencia de rocas sedimentarias, posiblemente de origen glacial y vulcano-sedimentarias moderadamente metamorfizadas e



Foto 12: Conglomerado del Grupo Paso Pindó (Formación Las Mercedes) cerca del A° Paso Pindó.

inclinada de edad Proterozoico Superior. Estos sedimentos se formaron aparentemente en una cuenca de deposición continental inestable pero cíclica evidenciada por la naturaleza repetitiva de las rocas y anterior al vulcanismo de Caapucú, donde los bloques fueron preservados en zonas de fallas algunos de ellos inclinados, Chaney et al, (1982).

Los sedimentos consisten de conglomerados polimícticos, arcosas y grauwacas de grano grueso a medio, areniscas con abundante opacos detríticos además de siltitas y arcillitas. Algo de epidota fueron encontrados en fracturas y venas ocasionales de cuarzo puede ser observado.

El espesor total del grupo Paso Pindó no es conocido, pero se tiene datos del Pozo RD 48 (T.A.C.1979) se extiende hasta los 170 pies.

6.4.1 METASEDIMENTOS

6.4.1.1 Meta-conglomerado ($\gamma s.lc$): son rocas de textura clástica de grano muy grueso, constituido principalmente por clastos polimícticos subredondeado de cuarzo de veta, cuarcita, gneis, anfibolita, pegmatoides y calcosilicatadas hasta 10 cm de tamaño, unida por una matriz de arenisca arcósica gruesa de color marrón a amarillento de 1m de espesor promedio aproximadamente. Los clastos son mal seleccionados y son

parte de la Formación Las Mercedes. Ocurren solamente en las inmediaciones del Parador Las Mercedes, al costado del Arroyo Paso Pindó, al N de Villa Florida.

6.4.1.2 Meta-arcosa ($\gamma s.a$): roca de textura clástica gruesa de color marrón; presenta como minerales cuarzo anguloso a subanguloso y feldespato. Contiene poca matriz y ocasionalmente arcilla, es de aspecto friable, masivo o con estratos cruzados y plano paralelas intercalado con niveles conglomerádicos y arenosos, gradando de manera transicional. Forma parte de la Formación Paso Lima.

En el microscopio esta roca presenta una textura clástica, mal clasificada y no metamorfizada, compuestos por granos de cuarzo redondeados, plagioclasa, muscovita poco deformada y algo de mineral opaco; posee una matriz de composición arcillosa-calcárea de grano muy fino, formado a partir de la destrucción de cristales individuales más grande de calcita generado por cristalización global. Como accesorios son encontrados turmalina verde y circón.

6.4.1.3 Meta-grauwaca ($\gamma s.a$): ocurre intercalada con los conglomerados de la Formación Las Mercedes, al costado del Arroyo Paso Pindó, cerca de la confluencia con el Río Tebicuary; también forma parte de la Formación Paso Lima junto con arcosa y arenisca. La ocurrencia de cobre en la Estancia Paso Pindó al N de Villa Florida se encuentra en meta-grauwaca de color rosado.

La roca posee tamaño de grano medio a fino. En el microscopio presenta una textura clástica, equigranular, pero en partes recristalizado por metamorfismo de bajo grado (fácies de esquistos verdes). Contiene principalmente granos de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y fragmentos de roca (cuarcita, arenisca y gneis), en una matriz de grano fino (microgranular) compuesto por cuarzo y feldespatos alterados; a veces también se encuentra calcita. Además

se observa la formación de muscovita, sericita, clorita y epidota (clinozoisita). La epidota se encuentra también rellenando fracturas, junto con cuarzo y calcita. Clastos accesorios constituyen minerales de biotita, granate, titanita y opacos.

La roca presenta una estructura foliada, pero con poco alineamiento de los minerales. Los granos de opacos forman capas como un relicto de estratificación.

En el diagrama de Winmenaver (1984) (Fig.7), las grauwacas del Grupo Paso Pindó están situados en el campo de las grauwacas.

6.4.1.4 Meta-arenisca ($\gamma_s.a$): es de color claro a marrón, textura clástica media, constituido principalmente por grano de cuarzo subredondeado a subanguloso y feldespato caolinizado, unido por una matriz arcillosa. La estructura visible son las estratificaciones plano-paralela de aproximadamente 1m de espesor. Se halla intercalada normalmente con arcosas, pero forma parte de las tres Formaciones del Grupo Paso Pindó.

Microscópicamente, se presenta como un material arenoso limolítico con mayor porcentaje de matriz arcillosa. Posee manchas de opacos y contiene capas de menas de hierro neoformada, asociado a clorita reemplazando a biotita de color verde deformada; la clorita probablemente es el producto de una diagénesis ó un débil metamorfismo. Además se encuentra capas de calcita dispuesta paralelamente a la estratificación.

6.4.1.5 Meta-siltita arcillosa ($\gamma_s.lt$): se trata de una roca de bajo grado de metamorfismo, posee fina estratificación plano paralela de dirección 125° e inclinada $30^\circ NE$, similar a los miembros inferiores más grueso. Mineralógicamente está constituido por una fracción clástica muy fina de cuarzo y arcilla con desarrollo de esquistosidad y crenulación en dos direcciones. La primera una esquistosidad trans-



Foto 13: Plegamiento en la lutita de Paso Pindó (Formación Cristo Redentor). Camino a las Mercedes

versal es de dirección $150^\circ/34^\circ NE$ de buzamiento y la segunda es de $120^\circ/72^\circ SE$ de buzamiento. Además fue verificada la presencia de lineación de minerales arcillosos subparalela a la estratificación de dirección $138^\circ/5^\circ SE$ de inmersión. Las siltitas se encuentran también intercaladas en la Formación Las Mercedes, pero la mayoría ocurre en la Formación Cristo Redentor.

En el microscopio, se trata de una siltita metamórfica que eventualmente esta intercalado con material tufáceo de grano muy



Foto 14: Camino a las Mercedes (Tajamar). Tufitas encima de lutitas (Formación Cristo Redentor).

fino. La composición mineralógica dominada por cuarzo de grano fino; aisladamente también ocurren granos angulosos más gruesos. Contiene además epidota, sericita, minerales arcillosos y algo de clorita orientados según el plano de estratificación ss. En una pequeña banda de segregación observada se encuentran granos de epidota más gruesa y clinozoisita a veces idiomórfica y cuarzo.

6.4.2 VULCANO- SEDIMENTARIOS (vs. It)

Estas rocas están representadas por tufitas de color gris claro a oscuro de grano fino, conteniendo a veces fragmentos angulosos de roca; normalmente se presenta estratificada en finas láminas, microplegada y fracturada.

En la Hoja Villa Florida, las tufitas están intercaladas con silitas y sititas lutíticas y se encuentra en un tajamar al costado del camino a las Mercedes. En general son rocas de grano fino, color gris claro con fina estratificación, evidenciada por diferentes contenidos de opacos y epidota neoformada. La matriz contiene porfiroclastos de sanidina.

Orué (1996), describió en el microscopio de una muestra de roca perteneciente a la misma secuencia, que ocurre en la base del Cerro Cristo Redentor en la Hoja Paraguari; según el mismo la presencia de laminación se debe a la alternancia entre lechos muy finos (tobas) intercaladas con bandas de calcedonia y materiales gruesos de composición heterogénea, constituido por fragmentos de roca, minerales de cuarzo, feldespato, epidota y clorita. La matriz en general es félsica y está compuesta por microcristales de cuarzo y minúsculas escamas de sericita, resultado de la desvitrificación del material volcánico.

6.5 SUITE MAGMATICA CAAPUCU

Proterozoico Superior-Eocámbrico (Ciclo Brasileño)

La distribución en la Hoja Villa Florida de las rocas de la Suite Magmática Caapucú cubre una amplia faja de afloramiento más o menos continua cerca de 45 Km de largo y

ancho variable, extendiéndose de N a S desde Quindy hasta cerca del Río Tebicuary y desde el Lago Ypoá al W hasta la ciudad de Quyquyhó al E ocupando cotas inferiores a 300m. Al S, cerca del desvío de la Ruta 1 a la Estancia Las Mercedes tiene como límite al Grupo Paso Pindó y al otro lado en el empalme de la Ruta 1 con la carretera desvío a Casualidad se encuentra en contacto tectónico e intrusivo con gneis y serpentinita del Complejo Río Tebicuary; al N y al E entre las ciudades de Quiindy y Quyquyhó y en el camino al Lago Ypoá están cubiertas discordantemente por sedimentos clásticos Ordovícicos del Grupo Caacupé y más al W, en las inmediaciones del Lago Ypoá los afloramientos desaparecen bajo la cobertura de sedimentos cuaternarios de planicies de inundación. Además es frecuente el desarrollo de suelo concrecional en ciertas áreas encima de las rocas intrusivas.

Inicialmente las rocas magmática de esta Suite fueron divididas por Kanzler (1987) en cuatro Tipos: (Barrerito, Jhú, Casualidad y Charará); todas estas denominaciones de diferentes tipos corresponden a las localidades donde se encuentran mejor expuesta. En concordancia con Kanzler (1987), la mayor parte de estas denominaciones fueron mantenidas y durante el mapeo de la Hoja Villa Florida se han individualizado esos tipos de rocas ácidas en función a sus características petrográficas y ocurrencias en el campo. Solamente se ha realizado modificaciones de algunos, como en el caso de las rocas intrusivas y subintrusivas plutónicas (Tipo Barrerito y Tipo Jhú) entendemos que corresponde a un solo tipo (Tipo Barrerito) y la inclusión de uno nuevo (Tipo Fanego) en la clasificación de la Suite Magmática Caapucú (Tabla 5).

El granito Tipo Barrerito reúne principalmente a granitos faneríticos de grano medio a grueso y porfiríticos; aflora principalmente al SE de la ciudad de Caapucú y en la Compañía Costa Jhú al NW de la Hoja con granitos porfiríticos que fueron denominados Tipo Jhú (Kanzler 1987), considerado en éste trabajo como parte del Tipo Barrerito. Mineralógicamente la roca de éste tipo esta constituido de cuarzo, feldespato y máficos; como accesorios comunes se encuentran apatito, circón, magnetita y allanita.

	Suite Magmática Caapucu
<i>Intrusiva/ Extrusiva</i>	Ciclo Brasiliano (post-tectónico)
<i>Quimismo</i>	Granítico - Alkali Granítico: Tipo I
<i>Edad</i>	Cambrico -Eocambrico (edad Rb-Sr: 531 ± 5 M.a.)
TIPOS DE ROCAS	
Tipo Barrerito	
<i>Litología</i>	Granito de biotita, de grano grueso a porfírico
	Estancia Barrerito al E de Caapucú (denominado por KANZLER 1987)
<i>Ocurrencia</i>	Al E de Caapucú, W de Quiindy (Granito Jhú de Kanzler)
Tipo Fanego	
<i>Litología</i>	Granito porfírico con fenocristales de grano grueso y con una matriz fina xenomórfica
<i>Localidad Tipo</i>	Establecimiento Fanego NE de Caapucu (nueva denominación)
<i>Ocurrencia</i>	Desde Fanego hasta Valle Apuá al N de Caapucú, Lago Ypoá, al W de Villa Florida
Tipo Casualidad	
<i>Litología</i>	Porfido de granito/ Riolita de grano fino, con matriz holo- cristalina idiomórfica, intruido por aplita de grano muy fino
<i>Localidad Tipo</i>	Estancia Casualidad W de Villa Florida (denominado por KANZLER 1987)
<i>Ocurrencia</i>	Alrededor del granito del Tipo Barrerito y Fanego type N al E de Caapucú, y una distribución continúa del W de Villa Florida
Tipo Charará:	
<i>Litología</i>	Riolita densa, riolita porfírica con fenocristales de cuarzo en una matriz densa y textura de flujo, lava Tobácea ignimbritas, toba de lapilli y diques félsicos
<i>Localidad Tipo</i>	Colonia Charará W de Caapucú (denominado por KANZLER 1987)
<i>Ocurrencia</i>	W de Villa Florida, Colonia Yeré, Charará a Lago Ypoá, Yaguarete-Cuá, desde Caapucú hasta Quiindy, Paraguari, Ypacaraí

Tabla 5: Cuadro de resumen de las características de la Suite Magmática Caapucú.

Las rocas ácidas subintrusivas hipoabisales contiene pórfido de granito denominado Tipo Fanego que aflora al NNE de la Hoja entre el Establecimiento Fanego y la Compañía Valle Apuá y al S de la Estancia Casualidad; son

rocas de textura porfírica de color gris a rosado generalmente alterada; en cambio las rocas subefusivas en su mayoría son pórfidos de granito/riolita porfíricas asociadas a microgranitos y granitos aplíticos

del Tipo Casualidad (riolitas Tipo Casualidad, Kanzler 1987), ocurre principalmente desde la ciudad de Caapucú en el centro de la Hoja hasta el desvío a la Estancia Casualidad al S, al W en la Colonia J.A. Saldivar y en las planicies del Río Tebicuary hasta la Colonia Montiel Potrero; otros afloramientos menores se encuentran en la Compañía Costa Jhú al NW, Compañía Costa Alegre al N y entre la Colonia Fulgencio Yegros - Quyquyhó al E.

Por último las rocas efusivas (lavas tobáceas, riolitas densas y porfíricas con matriz fluidal o esferulítica y/o riodacitas) y rocas piroclásticas (toba de lapilli, brecha de nube ardiente e ignimbritas) del Tipo Charará, se encuentran en el área que cubre desde la ciudad de Caapucú hasta la ciudad de Quiindy al N y entre la Compañía Charará y Lago Ypoá al W; otras ocurrencias están en la Colonia Yeré y al S de la Estancia Casualidad. Diques de aplitas y vetas de cuarzo con hierro cortan a esta unidad. En general las rocas de esta Suite son poco deformadas pero están afectadas por autometamorfismo y cataclásticos, a veces con total pirofilitización (Colonia Yeré y Arroyo Paso Lima).

Aparentemente la Suite Magmática Caapucú es una gran intrusión con afloramientos de varios tipos de rocas ácidas debido a diferentes niveles de emplazamiento (batolitos, stocks, diques y capas de lavas) en cual el evento magmático intrusivo y extrusivo ocurrieron más o menos al mis-

mo tiempo, pero en diferentes pulsos al final del Proterozoico Superior e inicio del Cámbrico. Las asociaciones litológicas reflejan un magmatismo con quimismo calcioalcalinos post-tectónicos del Ciclo Brasiliano

Dataciones radiométricas por el método Rb-Sr realizado por Höhndorf, BGR (1997), indica una edad de 531 ± 5 Ma. para las rocas ácidas de la Suite Caapucú, con una $RI = 0,70695$ ($0,00036$ y $MSWD = 1.2$ (Fig.17).

6.5.1 Granito de grano grueso (Tipo Barrerito) (cb.gg)

Afloramientos de granito grueso ocupan la porción SE de la ciudad de Caapucú, asociado a un relieve de poca expresión topográfica y forma un batolito más o menos circular de aproximadamente 150 Km^2 . Las localidades con mejor exposición son: La Estancia Barrerito (Loc.Tipo: 93.41, 93.61), Arroyo Yaguary y la ciudad de Caapucú. Aflora también al N y NW de la Hoja Villa Florida, camino al Lago Ypoá y continúa en la Hoja Paraguari, denominada es ésta parte como granito Tipo Jhú por Kanzler (1987).

El contacto con las unidades metamórficas más antigua es por falla; con los microgranitos y riolitas más jóvenes exhiben a veces un contacto intrusivo otras veces tectónico.

El relieve del granito grueso es poco expresivo, debido al largo periodo de actividad erosiva al que fue expuesto, evidenciándose la presencia en ciertas áreas desarrollo de suelo profundo y de costra ferruginosa de color rojo.

La roca es de color rosado a gris, de grano grueso a medio, de textura fanerítica, constituidas por feldespato potásico de color rosado suhedrales, plagioclasa de color blanco, euhedral a veces zonados y cuarzo anhedral. Además contiene minerales ferromagnesianos (bio-

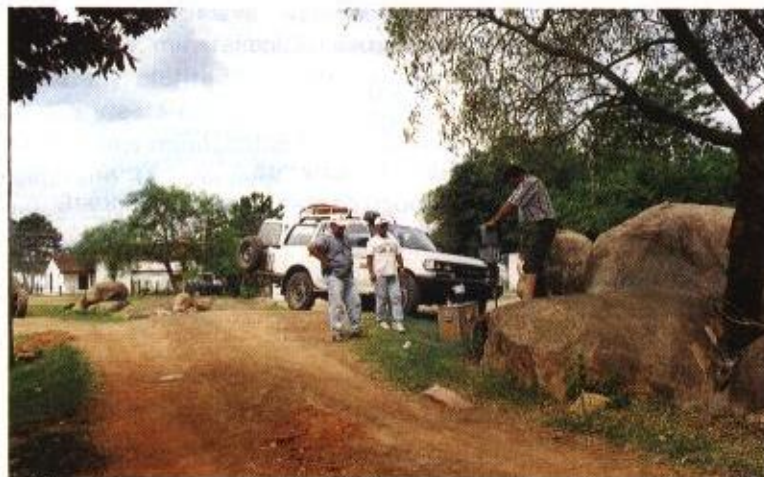


Foto 15: Ciudad de Caapucú. Granito grueso del tipo Barrerito (muestreo para datación).

tita y hornblenda), a veces alterados. Normalmente está cortado por diques de aplitas, pegmatitas, rolitas, microgranito y vetas de cuarzo.

En lámina delgada se presenta como una roca holocristalina de grano grueso a medio de textura granular hipidiomórfica compuesto básicamente por feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo, mica y ocasionalmente hornblenda. El feldespato potásico muestra intercrecimiento peritítico en partes turbios por la presencia de inclusiones de granos muy finos de mena; además se observan algunos cristales poikilíticos conteniendo inclusiones de plagioclasa idiomórfica, cuarzo idiohipidiomórfico y biotita. Reemplazamiento mirmequítico de feldespato potásico especialmente hacia los bordes de granos, ocurren generalmente en los cristales grandes. La plagioclasa en parte está alterada en el centro con presencia de sericita, correspondiendo al extremo más sódico evidenciada por las finas maclas polisintéticas que presenta. La biotita con pleocroísmo marrón claro a oscuro a menudo está asociada con granos de minerales opacos y apatito que constituyen los accesorios principales.

Variaciones texturales en los granitos Barrerito son encontradas en el área del Lago Ypoá, donde fue denominado granito tipo Jhú por Kanzler (1987). Dichas rocas son similares al del Barrerito en cuanto a su composición pero predomina la textura porfirítica y contiene como máficos biotita y hornblenda.

Microscópicamente es clasificada como granito de biotita de grano medio y granito monzonítico grueso cercano al punto eutectico-cotético con manchas dioríticas.

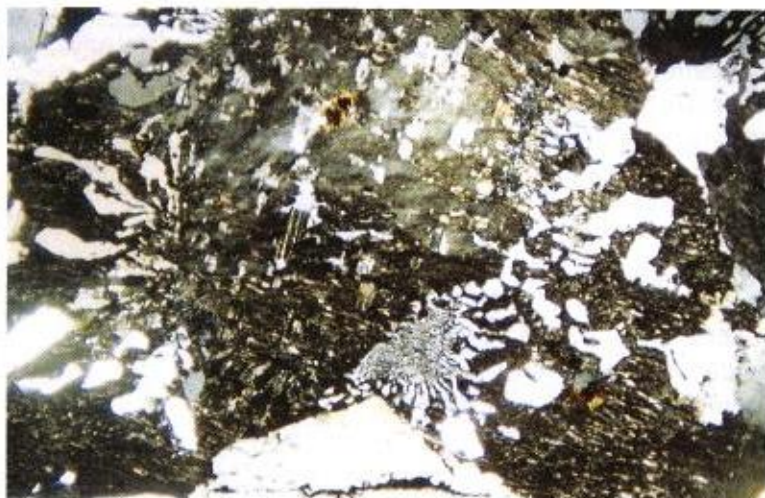


Foto 16: x ancho 0,65 mm, muestra C65/ NC. 2980. Lamina delgada de granito tipo Barrerito. Ciudad de Caapucú. Granito de grano grueso, porfirítico con una matriz eutectica con cuarzo, feldespato y plagioclasa, en partes sericitizado o sauritizedo, acompañado de biotita amarillenta.



Foto 17: Pórfido de granito tipo Fanego. Al W de la estancia Fanego.

El granito de biotita contiene feldespato potásico xenomórfico pigmentada fuertemente por gránulos de mena, plagioclasa idiohipidiomórfica con zoneamiento, cuyo núcleo se encuentra alterado, cuarzo anedral con bordes intercrecidos con plagioclasa y como máfico biotita. La biotita, se encuentra algo manchada con transformación incipiente a clorita y opacos, presenta pleocroísmo pardo negruzco, marrón-amarillento a amarillo claro con inclusiones de apatito y mineral de hierro; ocasionalmente también se encuentra inclusiones de ortita con halos pleocroicos. Algunos cristales de biotita forman

intercrecimiento con titanita idiomórfica.

El granito monzonítico, es una roca granular sin deformación, contiene cristales hipidiomórficos de plagioclasa (An:20-30), con inclusiones de epidota y sericita en fracturas; se encuentra asociado con cuarzo y feldespato de potasio. El feldespato de potasio contiene pequeñas inclusiones de plagioclasa, biotita, hornblenda y ocasionalmente gránulos de mena. El cuarzo y el feldespato potásico muestran intercrecimientos gráficos múltiples (cotético). La biotita con inclusiones de minerales opacos y apatito presenta pleocroísmo amarillo-anaranjado a amarillo. La hornblenda también con pleocroísmo, presenta inclusiones de opacos. En el contacto entre granos de cuarzo/feldespato potásico ocurren pequeños agregados de biotita-opaco-apatito \pm hornblenda, ortita-epidota-biotita (clorita) \pm ortita marrón oscuro estriada y agregados de opacos-epidota (a veces radiales) -opacos xenomórficos-apatito.

Porciones dioríticas comunes en monzogranitos se encuentra en ésta roca; normalmente estas porciones son de granos más fino ($\cong 4,5$ mm de tamaño), presenta una textura granular hipidiomórfica compuesta por minerales de hornblenda, plagioclasa, opacos y poco cuarzo. La hornblenda posee generalmente forma idiomórfica con inclusiones de

apatito, opacos y titanita; en partes se encuentra alterada a clorita y su pleocroísmo varía de amarillo claro a marrón-verdoso $2Vx = 60^\circ$; $Z\Delta c = 16^\circ$; la plagioclasa está alterada y posee formas hipiomórficas-xenomórficas; los granos de opacos son xenomórficos, con presencia de epidota en sus bordes.

6.5.2 Pórfido de granito (Tipo Fanego) (cb.pg)

Aflora al S de la Hoja Villa Florida, en contacto tectónico con el gneis de la Suite Villa Florida y en contacto intrusivo con microgranitos del Tipo Casualidad y riolitas del Tipo Charará. También aflora al NW del Establecimiento Fanego (Loc.Tipo: 90.41-11.08), en las compañías Vera Loma y Valle Apuá en contacto intrusivo con los pórfidos de granito/riolita tipo casualidad y riolitas tipo Charará.

Se trata de una roca subintrusiva hipoabisal, de color rosado a gris, normalmente alterada de textura porfirítica conteniendo fenocristales euhedrales de feldespato potásico, plagioclasa subhedral y cuarzo anhedral. La matriz es de grano fino xenomórfico, cuarzo-feldespático acompañados de máficos como biotita y hornblenda; dichos minerales máficos comúnmente están alterados a clorita y óxido de hierro.

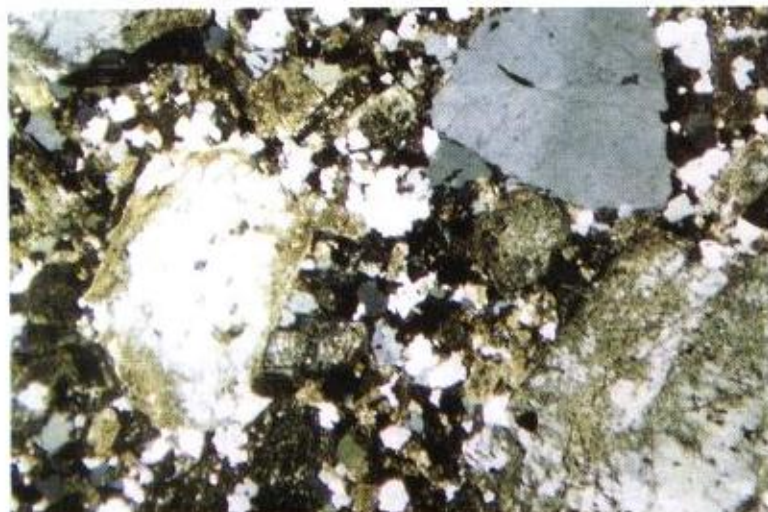


Foto 18: x ancho 0,64 mm. Lamina delgada del granito tipo Fanego. Muestra G71/ 2986 (Valle Apuá). Granito porfirítico muy alterado, con una matriz relativamente gruesa, holocristalina. Fenocristales de cuarzo (gris) y feldespato K (alterado), en una matriz compuesta de cuarzo, feldespato K y plagioclasa.

Se diferencia del granito tipo Barrerito ya que éstas rocas son subintrusivas y por lo tanto posee una matriz holocristalina más fina y de los pórfidos de granito/riolita subefusivas por el mayor tamaño de los fenocristales, una matriz holocristalina xenomórfica y más cantidad de ferromagnesianos.

En el microscopio es una roca cristalina de textura porfirítica, fuertemente alterada, caracterizada por contener fenocristales de cuarzo, plagioclasa alterada con pigmentación oscura, en partes ricas en sericita y también clorita. El feldespato potásico con

desmezcla perfitica se encuentra intensamente manchado por pigmentación oscura de menas de hierro. La biotita ocurre en granos aislados y está completamente reemplazada por clorita.

La matriz es de grano fino xenomórfica, compuesta por pequeños granos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, acompañado de numerosas manchas de carbonatos. Minerales de formas alargadas aisladas de grano grueso con una composición similar a lo descrito anteriormente, pero con manchas de clorita verde (que no se ha formado retrógradamente a partir de biotita) también ocurren. Como accesorios se encuentran epidota y fluorita de color violeta.

Otra muestra de la misma roca es clasificada como pórfido granítico rico en feldespato potásico alterada hidrotermalmente. Contiene grandes fenocristales turbios de feldespato potásico (anortoclasa), plagioclasa de grano más fino posee alteraciones a sericita e inclusiones de cuarzo; la matriz está compuesta por cuarzo, feldespato potásico con pigmentación oscura y plagioclasa subordinada. Además se encuentran numerosos granos de opacos (en partes con borde de titanita), manchas de epidota, clorita, fluorita y cuarzo.

6.5.3 Pórfidos de granito/riolita (Tipo Casualidad) (cb.pr, cb.gm, cb.ga)

Afloramientos continuos se encuentran en la porción central, W y N de la Hoja Villa Florida; las localidades con mejor exposición son la Estancia Casualidad (Loc. Tipo:78.09-85.01) y la Compañía Montiel Potrero al W de la Hoja; otros afloramientos aislados al E es en la Colonia Fulgencio Yegros y la ciudad

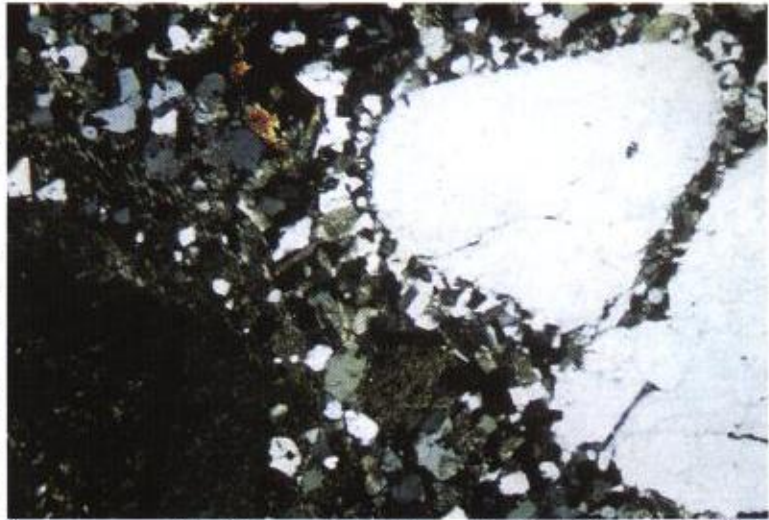


Foto 19: x ancho 0,39 mm. Lamina delgada de granito ti-po Fanego. Muestra G 68/ 2983. 1 km al W de estancia Fanego (localidad Tipo). Pórfido de granito con una matriz xenomórfica compuesta por cuarzo, feldespato K y biotita. Como Fenocristales cuarzo (blanco) y feldespato K (oscuro).



Foto 20: Pórfido de granito/riolita del tipo Casualidad.

de Quyquyhó; al N de la Hoja en la Compañía Costa Irala, camino a Ybycuí al E de la Ruta 1 y al W del mismo en el desvío del camino al Lago Ypoá. Esta unidad intruye al granito de grano grueso y a las rocas metamórficas de la Suite Villa Florida. La relación de contacto con las rocas metamórficas es generalmente a través de un contacto tectónico y con los granitos de grano grueso es intrusivo, así también con las rocas efusivas.

En la cantera de la ciudad de Caapucú los pórfidos de granito/riolita son portadores de cavidades miarolíticas, rellenas con minerales de cuarzo, clorita, calcita, fluorita y

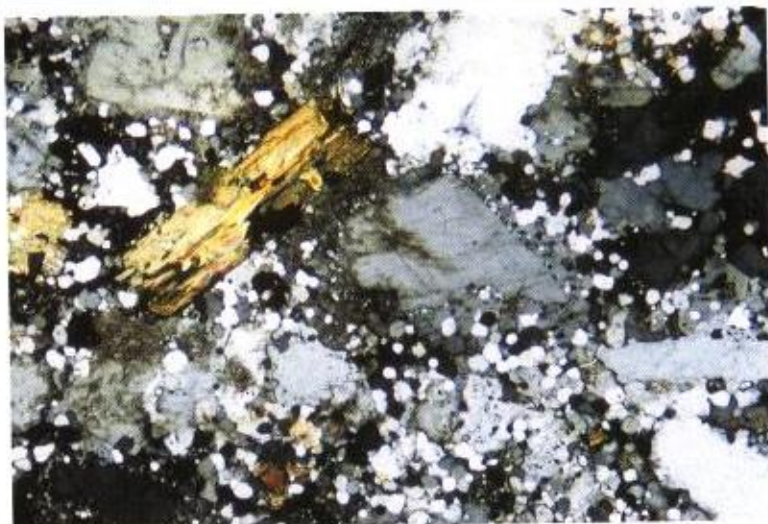


Foto 21: x ancho 0,32 mm, muestra C41/ NC. 2898 (Montiel Potrero). Pórfido de granito/ riolita tipo Casualidad, con una matriz holocrystalina, sacaroide. Fenocristales de feldespato K (gris), cuarzo (blanco) y hornblenda (verde-amarillento).

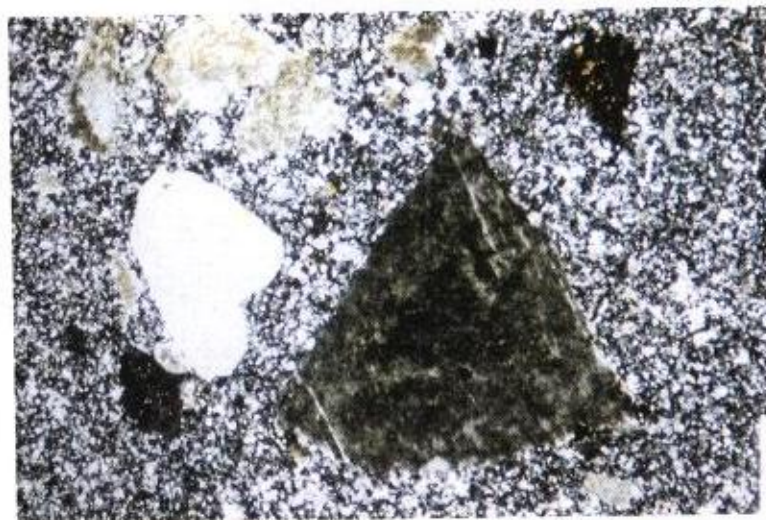


Foto 22: x ancho 0,32 mm, muestra C145/ NC. 2973 (Cantera de Caapucú). Pórfido de granito/ riolita con matriz holocrystalina, hipidiomorfa, sacaroide. Fenocristales de cuarzo (blanco), feldespato K (gris oscuro), plagioclase (gris marrón) y biotita (marrón-negro).

calcopirita, indicando su carácter subefusivo.

Es una roca de color rosado a gris de textura porfírica con fenocristales de feldespato potásico, cuarzo y plagioclase. La matriz es holocrystalina idiomórfica a subidiomórfica moderadamente alterada, de grano fino y contiene principalmente cuarzo, feldespato alcalino, biotita y ocasionalmente hornblenda. Se encuentra asociada con microgranitos de textura fanerítica fina a media y granitos aplíticos de color rosado.

En el microscopio son rocas leucocráticas de textura porfírica de grano medio a fino; su

composición mineralógica está dominada por la presencia de cuarzo, feldespato y máficos. El cuarzo y los feldespatos son los minerales predominante como fenocristal y de la matriz.

El cuarzo posee forma redondeada, con bahías de corrosión indefinidas, sus bordes son difusos transicionando hacia la matriz por inclusión de ésta en los bordes, debido al crecimiento después de la cristalización.

Entre los feldespatos se distingue la plagioclase An=20-30°(2Vx70° ± 10°), en partes turbia por la presencia de sericita y contiene como inclusiones apatito, clinopiroxeno de color pardo-amarillento, sin pleocroismo ($\Delta_{\text{máx}} = 0.024$: augita) y opacos.

Los feldespatos potásicos poseen formas idio a hipidiomórficas, manchados debido a finas inclusiones de opacos; además contienen inclusiones de plagioclase. Los cristales poseen una transición difusa en los bordes, conteniendo inclusiones de la matriz en dicho borde, indicando posterior crecimiento de los cristales después de la solidificación de la matriz.

La biotita, forman granos hipidiomórficos hasta xenomórficos hasta unos 2 mm de longitud y posee pleocroismo $n_x < n_y$ amarillo claro $< n_z$ marrón verdoso claro $< n_z$ marrón oscuro, contiene normalmente inclusiones de apatito, vidrio y escasas ortita metamictica de color marrón; también posee inclusiones de circón con halos radioactivos oscuros, normalmente la biotita se encuentra como reemplazamiento de la hornblenda y cuando se altera pasa a clorita. La hornblenda forma granos hipidiomórficos hasta unos 3.3 mm de longitud, de color verde olivo a marrón olivo, con inclusiones de apatito y opacos, siendo reemplazada am-

pliamente por biotita, su ángulo $Z_{\Delta c}$ (20°), posiblemente hastingsita a veces zonada con borde más rico en Fe. Granos de opacos esqueléticos hasta 1.5 mm en bordes de titanita son probablemente productos de alteración de magnesita portadora de Ti.

La matriz posee granos idiohipidiomórficos de cuarzo hasta unos 0,1 mm de tamaño con inclusiones de feldespato potásico o del magma, además ocurren granos individuales de feldespato potásico pigmentado de oscuro y plagioclasa, ambos xenomórficos e intersticiales. Clinoanfíbol y biotita en partes alterados son constituyentes también de la matriz.

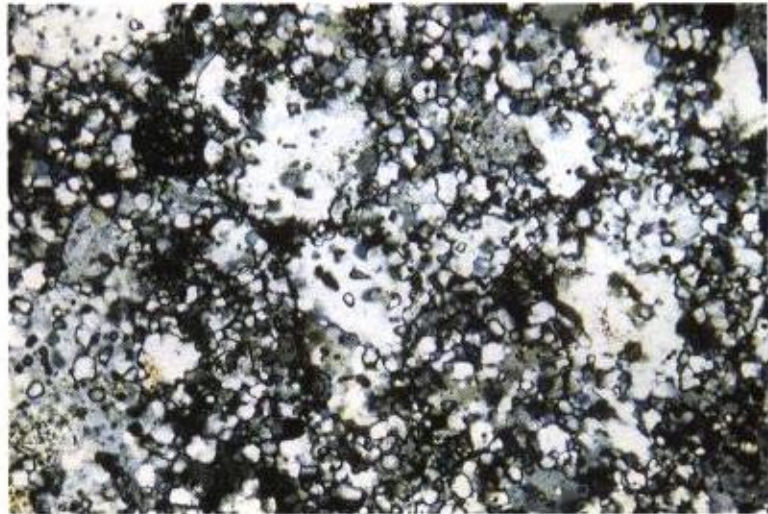


Foto 23: x ancho 0,16 mm, muestra C64/ NC. 2900 (sur de Casualidad). Pórfido de granito/ riolita, transicional entre tipo Casualidad y Charará. Matriz sacaroide compuesto por pequeños granos de cuarzo redondeo (gris blanco), los cristales más grande son de feldespato alcalino xenomórfico (blanco-gris) y granos de plagioclasa dentado.

6.5.4 Riodacitas, Riolitas, Lavas y Rocas Piroclásticas (Tipo Charará)

La mayor parte de los afloramientos de las rocas extrusivas ocurren desde la ciudad de Caapucú en porción central de la hoja Villa Florida y continúa hacia el N en la Hoja Paraguari. En las proximidades a la Ciudad de Quiindy están cubiertas por sedimentos clásticos del Ordovícico y suelo Cuaternario; en las cercanías de la Compañía Valle Apuá esta desaparece en una estrecha faja bordeada por pequeños stocks de microgranitos del Tipo Casualidad y granitos porfíricos de los Tipos Barrerito y Fanego en contacto intrusivo y tectónico. Al W de la Hoja los afloramientos desaparecen en las planicies del Estero Ypoá (62.88, 02.26) y los afloramientos de la zona central terminan adaptando hacia el E en un formato triangular cerca de la compañía Costa Alegre en contacto con granito de grano grueso del Tipo Barrerito y pórfidos de granito/riolita Tipo Casualidad.

Hacia el S los afloramientos aislados son encontrados en el predio de la Estancia Bruins, en el Puesto Cerro Corá, en la Compañía Yeré en contacto con granito porfírico y en el predio de la Estancia Recife.

En general las rocas extrusivas del Tipo Charará son de color gris oscuro y marrón rojizo de textura porfírica, reconociéndose fenocristales de cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa, inmerso en una matriz muy fina, criptocristalina, compuesta por los mismos minerales.

6.5.4.1 RIODACITAS (cb.rp)

Estas rocas poseen tonalidades de color gris oscuro a marrón rojizo, de textura porfírica con fenocristales de plagioclasa, cuarzo y subordinadamente feldespato alcalino (ortoclasa).

La matriz de esta roca es criptocristalina en vías de desvitrificación o microgranular cuarzo-feldespática, pudiendo exhibir porción de granulación más gruesa. Frecuentemente la mesostasis muestra orientación fluidal, con presencia de abundantes minerales secundarios: de sericita, epidota, clorita y muscovita.

En el microscopio se trata de una roca leucocrática con marcada textura porfírica conteniendo fenocristales de plagioclasa, feldespato alcalino (ortoclasa) y en menor proporción cuarzo. Las plagioclasas son de hábitos prismáticos y de forma subhedral, poseen maclas polisintéticas finas a medias, algunos de ellos zonados (oligoclasa-andesina); presentan normalmente alteraciones a minerales arcillosos, además de epidota,



Foto 24: Riolita porfírica del tipo Charará.

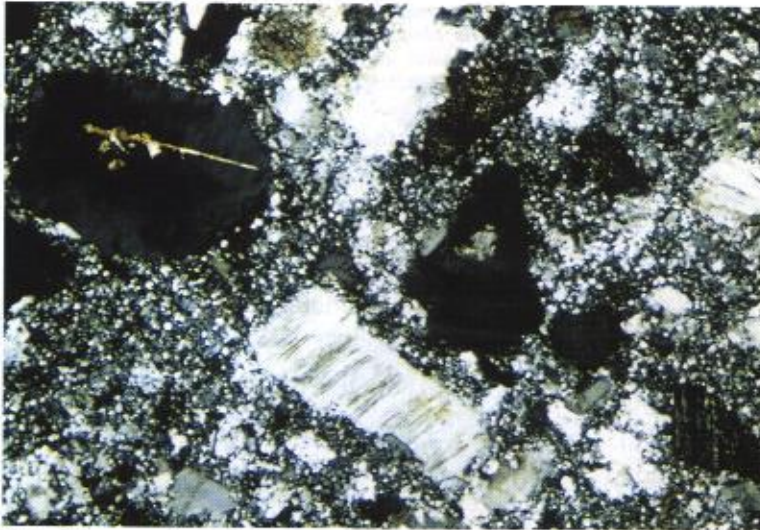


Foto 25: x ancho 0,32 mm, muestra C64/ NC. 2900 (sur de Casualidad). Pórfido de transición entre tipo Casualidad y Charará. Abundante fenocristales de feldespato K (gris) y cuarzo (blanco). La matriz contiene granos de cuarzo, feldespato K y biotita.

clorita y eventualmente carbonatos.

Las ortoclasas son perfiticas poseen formas euhédricas a subhédricas y de hábito tabular, también muestran signos de alteración con formación de minerales secundarios de arcilla y sericita.

El cuarzo como fenocristal es menos frecuente que los feldespatos, restringiéndose a veces solamente en la matriz. Tiene forma generalmente granular, con bordes corroídos e irregulares, mostrando a veces fracturamientos.

La hornblenda parcial o totalmente alteradas a opacos y clorita constituyen cristales de menor tamaño y es más común que la

biotita que también se encuentran muy alteradas.

La matriz es de grano muy fino, micro a criptocristalino, reconociéndose en ella cuarzo, feldespato, sericita, epidota, clorita, opacos y apatito.

6.5.4.2 RIOLITAS (cb. r)

El color de la roca es generalmente gris oscuro, marrón rojizo y rosado, posee textura porfírica, con gran predominancia de la matriz sobre los fenocristales de cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa a veces orientados. Dicha matriz es de grano fino, afanítica compuesta por minerales micro-criptocristalino de cuarzo y feldespato. En algunas zonas muestran una estructura fluidal, marcada por líneas de flujo. Estas últimas frecuentemente están afectados por alteración hidrotermal en zonas cataclásticas.

Las riolitas de color rosado también son de textura porfírica, contiene fenocristales de cuarzo xenomórfico, inmerso en una matriz afanítica de color rosado.

En el microscopio se presenta como rocas leucocráticas de textura porfírica, dada

por la presencia de fenocristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y ocasionalmente biotita. El cuarzo, generalmente monocristalino tiene forma subhedral a veces corroídos de hábitos granulares a pseudo-hexagonales; también a veces forman agregados policristalinos; los feldespatos potásico poseen formas subhedralas hábitos tabulares y con maclas de carlsbad, normalmente alterados a minerales arcillosos, muscovita o sericita y con incorporación de óxidos de color rojo, en mayor proporción que las plagioclasas que también poseen formas subhedralas con maclas de albita, a veces con signos de alteración principalmen-

te en el centro del cristal o en las líneas de las maclas. La biotita generalmente se encuentra alterada a clorita y opacos con formas subhedrales, de hábito laminar ocurre en menor proporción que los minerales leucocráticos.

La matriz es criptocrystalina cuarzo-feldespática con porciones más gruesa a microcristalina desvitificada representada por agregados félsicos de sericita, cuarzo, feldespato, a veces mostrando estructura fluidal (lava tobácea), también esferulítica (finos intercrecimientos de cuarzo y feldespato de hábito fibro-radial) en las rocas más efusivas.

Como accesorios fueron encontrados: opacos (magnetita, hematita, pirita e ilmenita con borde de titanita) y circon.

Minerales secundarios de sericita, clorita, epidota, muscovita y sulfuros; ocasionalmente fluorita y pirofilita ocurren principalmente en aquellas rocas que han sufrido alteración hidrotermal acompañada de fracturamientos en donde las diaclasas a la vez están rellenadas con venas de cuarzo y óxido de hierro.

En algunos sectores ocurren riolitas porfíricas conteniendo fragmentos de rocas (brecha riolítica) o contiene como xenolito granito.

6.5.4.3 LAVAS TOBACEAS (cb. rt)

Esta roca fue encontrada al S de la Estancia Casualidad, en el Cerro Perú dentro del predio de la Estancia San José al S de Charará, al NW de Caapucú cerca del Establecimiento Romero, en el Arroyo Paso Pindó al N de la Estancia La Paraguaya y al SW de Quiindy. Poseen en general una coloración gris a amarillenta, raras veces marrón. Son rocas extremadamente compacta, con frac-



Foto 26: x ancho 0,32 mm, muestra HVF 3.2871 (Puente A° Paso Pindó, Ruta 1). Lava riolítica con estructura fluidal. En partes la matriz es microcristalina y a otra parte vitrea. Fenocristales grandes de feldespato K con macla de Carlsbad. A la izquierda fenocristales de plagioclasa con macla polisintética del tipo albita.



Foto 27: Lava tobácea del tipo Charará (Suite Magmática Caapucú).

tura concoidea, de textura afanítica o porfiroclástica, presentando fina estratificación por la alternancia de lechos afaníticos con porciones más gruesa y micropliegue de flujo. Estas rocas se encuentran normalmente englobando bombas redondeadas de composición riolítica hasta unos 20 cm de tamaño.

En el microscopio, son rocas de textura porfírica debido a la presencia de fenocristales en una matriz criptocrystalina con estructura fluidal o esferulítica. Los fenocristales son de cuarzo hasta 7 mm de ta-

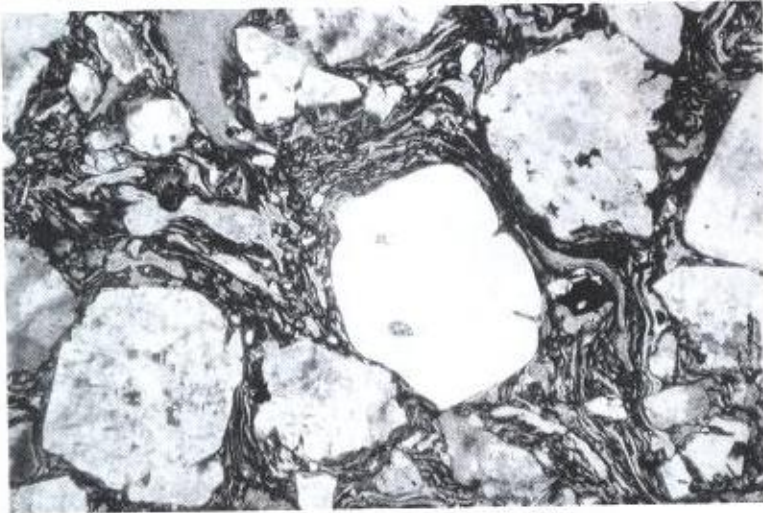


Foto 28: Luz II ancho 0,64 mm, muestra E 16/ 010/ NC. 2853 (Norte de la compañía Yere, Caapucú). Lava tobácea de composición alcali riolita (tipo Charará). Fenocristales de cuarzo (blanco), plagioclasa (gris) y flujo de vidrio volcánico recristalizado.

maño, forman agregados de granos redondeados con extinción ondulante; algunos granos aislados presentan bahías de reabsorción o en forma de fragmentos. Las plagioclasas forman granos hipidiomórficos con bordes turbios debido a la presencia de minerales arcillosos. Los feldespatos potásico están también intensamente manchados por la presencia de gránulos de mena; dichos gránulos están ordenados en forma de mosaicos. La hornblenda forma granos manchados de color verde pardusco, rodeado de pequeños cristales de epidota; también muchos de estos cristales de hornblenda están alterados parcial a totalmente dejando como residuo clorita + titanita + cuarzo. Posee pleocroísmo de color amarillo claro hasta marrón. Su ángulo axial es de 50° - $(60)^{\circ}$, probablemente se trata de un clinoclasa hastingsítico. Además como fenocristal se ha encontrado ortita de color rojo en el centro y amarillento en el borde, conteniendo como inclusiones prismáticas circón y plagioclasa; otras veces forman intercrecimientos con granos de opacos.

La matriz es fluidal a micro-criptocristalina de grano muy fino compuesta material desvitrificado y minerales de cuarzo, plagioclasa sericitizada, feldespato potásico, gránulos de mena y como accesorios agujas de apatito y opacos. Los pequeños grano de cuarzo y feldespato se ordenan como esferulitos, es decir con una clara textura

de desvitrificación.

6.5.4.4 ROCAS PIROCLÁSTICAS (cb.ri)

Dentro de las rocas piroclásticas de composición ácida fueron encontrados: ignimbritas, brechas de nube ardiente y tobas de lapilli. Estas rocas piroclásticas sufrieron en mayor o menor grado desvitrificación y alteración hidrotermal.

6.5.4.4.1 Ignimbritas (cb.ri)

Ocurrencias de ignimbritas fueron encontradas en la Hoja Villa Florida en el área de la Compañía Charará (cerca de la Estancia San José, W del Cerro de La Virgen y al N de Paso Lima), al W de la Compañía Yere, en el área de Itapé Cerro Cupé, al S de la Estancia Ypoá y en la Compañía Costa Jhú.

La ignimbritas son rocas de textura afanítica o porfiroclástica con estructura de flujo, su color es generalmente gris oscuro. Esta compuesta por finos agregados de minerales criptocristalino y fragmentos de vidrio volcánico en forma de «fiamme» o bandas (shards).

6.5.4.4.2 Brechas de Nubes Ardiente (cb.ri)

Esta roca fue encontrada al E de la Estancia San José, asociadas a las ignimbritas y riolitas y cerca de la Compañía Yere (83.35-86.35). Las brechas poseen esencialmente la misma composición de las riolitas, es de color marrón a gris oscuro, de textura porfirítica, con fenocristales de plagioclasa y fragmentos angulosos de roca (porfirítica y afaníticas de color marrón a gris oscuro) hasta unos 2 cm de tamaño, ligeramente orientada. Posee una matriz caótica muy fina de color gris oscuro, compuesta por cuarzo, feldespato, minerales amorfos, pedazos de vidrio volcánico desvitrificado, también orientada. Es común el englobamiento de partículas de roca, parcialmente digeridas. Minerales secundarios de sericita, clorita, epidota y pirita es frecuente en ésta roca.

Microscópicamente es una roca de textura porfiroclástica constituida por fragmentos de roca, fenocristales de cuarzo, feldespatos alcalinos y plagioclasas alteradas.

La matriz es criptocristalina a vítrea con estructura fluidal anastomosado (ignimbrítica), de color marrón en luz paralela con seudomorfo de vidrio. Los fragmentos de roca son de formas angulosas, de grano fino y de composición cuarzo-feldespática con señales de reacción con la matriz. El cuarzo tiene formas angulosas subhedrales a anhedralas con bordes corrosión.

Los feldespatos alcalinos y las plagioclasas normalmente se encuentran alterados a minerales arcillosos y sericita. También fueron observados feldespatos no alterados de la variedad sanidina de hábito prismático y macla de carlsbad como fenocristal.

La matriz posee estructura fluidal irregular, se compone de seudomorfo de vidrio y material desvitrificado en forma de bandas (shard), microcristales de cuarzo, feldespato y biotita; además ocurren minerales secundarios de epidota y clorita en seudomorfos de antiguos minerales, acompañadas de pirofilita. Como accesorios se encuentran circon y opacos.

6.5.4.4.3

Tobas de lapilli (cb.ri)

Ocurrencias de ésta roca fueron encontradas en el camino al lago Ypoá al NW de la Hoja Villa Florida, en la entrada a la Estancia Ypoá. Posee normalmente una coloración gris oscura a verdosa, textura porfiroclástica, que esta dada por la presencia de fragmentos de roca de color verde, dentro de una matriz afanítica de color gris oscuro, conformado por una mezcla de cenizas volcánicas, agregados

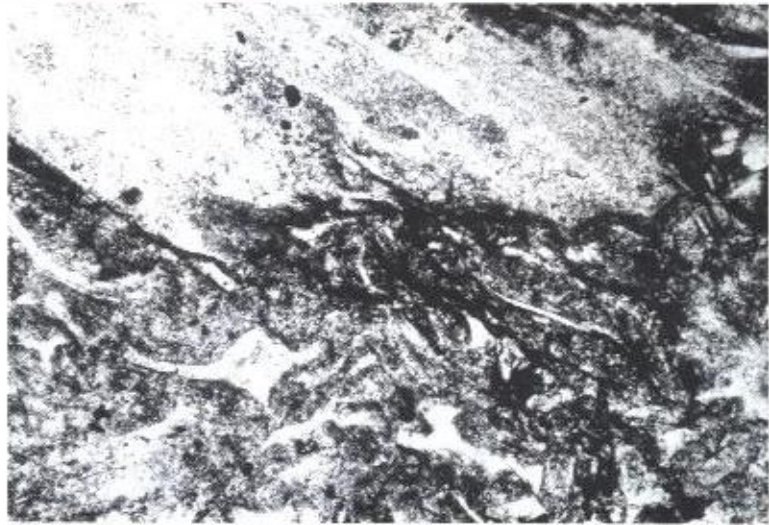


Foto 29: Luz II ancho 0,34 mm, muestra G2.2958 (Estancia San José). Ignimbrita del tipo Charará compuesta por "Shard" pigmentado con material oscuro; arriba un "fiamme".

cuarzo-feldespáticos y minerales amorfos.

6.5.4.4.4 Alteración de las rocas efusivas

Los procesos secundarios que han afectado en algunas zonas han llevado a la casi total sericitización de los feldespatos, acompañados por la neoformación de epidota, piamonita calcita y hematita. En zonas cataclásticas acompañada de acción hidrotermal ocurre mineralizaciones de pirofilita, sulfuros y fluorita.

La compleja transformación mineralógica y estructural, además de algunas modifica-



Foto 30: Brecha de nube ardiente.

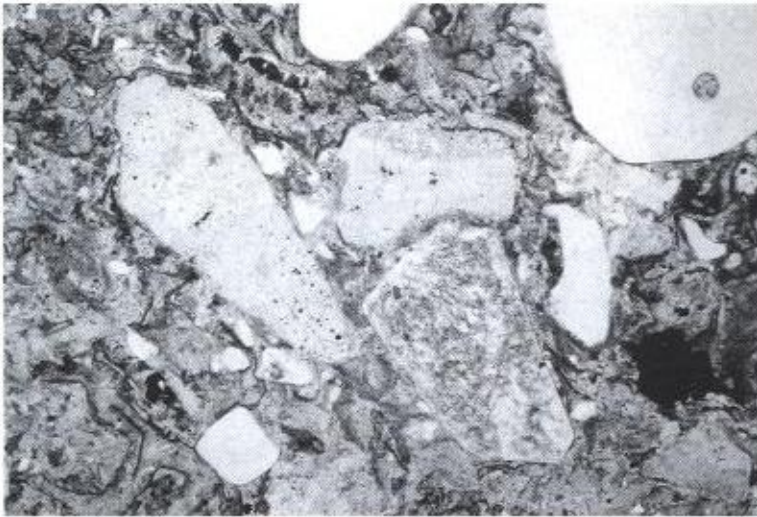


Foto 31: Luz II ancho 0,32 mm, muestra E13/007.2862 (Compañía Yere). Brecha de nube ardiente, compuesto por fragmento y granos hipidiomórficos de feldespato K (gris), cuarzo (blanco) y plagioclasa más pequeña (marrón), en una matriz fina compuesto por los mismos minerales. También contiene vidrio

ciones químicas de las rocas efusivas está relacionada a zonas tectónicas, acompañada de hidrotermalismo. Este tectonismo y/o alteración afecta principalmente a las riolitas. Dichas rocas están asociadas a una faja de afloramiento de dirección E-W, NW-SE y NE-SW, denominadas zonas cataclásticas, tienen aproximadamente unos 15 Km. de largo y 2 Km de ancho como mínimo. Las mayores ocurrencias de rocas alteradas se encuentran cerca de las Compañía Yere, Charará (Arroyo Paso Lima) y Capilla Tuyá, Cerro Arasá y la Estancia Ypoá.

En éstas zonas las rocas presentan una fábrica cataclástica y mineralizada con pirofilita, pirita y óxido de hierro; las rocas poseen colores claro, blanquecino-amarillento, impregnadas por venas de hematita de color rojo.

La transformación de las rocas es gradualmente progresiva; en la parte interna de la zona cataclástica predomina la pirofilita hematítica, en la zona externa se observa la presencia de brecha riolítica con abundante opacos, también ocurren minerales secundarios de clorita, epidota y calcita en la matriz, además fragmentos angulosos de roca como porfiroclastos, fenocristales de cuarzo y feldespato alcalino. La matriz es micro a criptocristalina. La zona intermedia, es una transición en parte la brecha riolítica con nó-

dulos de pirofilita, a veces muy silicificada.

6.5 CLASIFICACION MINERALOGICA Y QUIMICA

Un total de 23 muestras de diferentes tipos de granitoides de la Suite Magmática Caapucú fueron analizadas químicamente; dichos análisis fueron plotadas en diagramas de clasificación mineralógica, geoquímica y geotectónica.

En el diagrama QPA de clasificación de rocas de Streckeisen (1976) (Fig. 12) muestra el comportamiento de las rocas de la Suite

magmática Caapucú, en este diagrama se observa una tendencia de variación de tipos de rocas de acuerdo a los niveles de cristalización como un trend de diferenciación evolutiva desde las rocas plutónicas hacia las efusivas; así el diagrama muestra que los granitos intrusivos del tipo Barrerito y subintrusivo del tipo Fanego son más básicos con mayor contenido en plagioclasa que un granito normal; los puntos se concentran en el campo entre granodiorita y granito monzonítico; las rocas efusivas (tipo charará) en partes son intermedias desde riolita normal hasta riolita de feldespato alcalino; la primera es menos diferenciado y corresponde a las primeras manifestaciones de pulsos efusivos sincrónicas a las intrusiones de rocas del tipo Barrerito. Posteriormente sucesivos pulsos han consolidado las rocas subefusivas del tipo Casualidad y las otras efusivas del tipo Charará que son más diferenciadas y han intruido a las riolitas del tipo Charará menos diferenciadas.

La Fig. 13, representa la clasificación desde el punto de vista geoquímico de las rocas ácidas de la Suite Magmática Caapucú.

Los diagramas Al_2O_3/SiO_2 (Fig. 13.1) y $FeOt/(FeOt + MgO)$ (Fig. 13.2), los puntos de las muestras correspondiente a la Suite Magmática Caapucú quedan dentro de los granitoides POG (post-orogénicos).

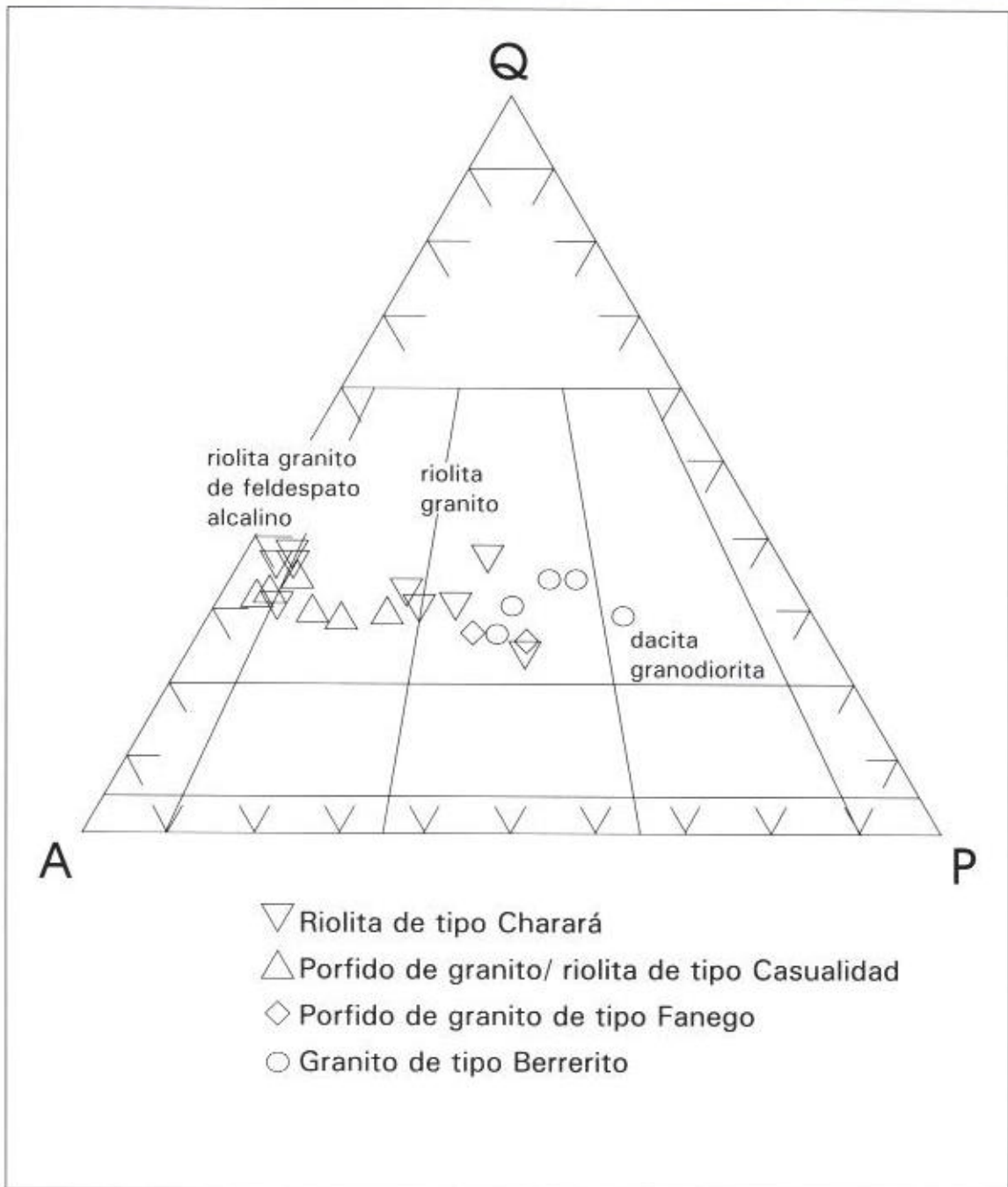


Figura 12: Diagrama QAP, según Streckeisen, (1976), para la Suite Magmática Caapucú.

En el diagrama de saturación en aluminio AKN / ACNK (Maniar & Piccoli 1989) (Fig. 13.3), los puntos caen en el límite entre granitoides metaluminoso/peraluminoso con una muestra débilmente peraluminoso, indicando que se trata de rocas ácidas del tipo I con probable influencia de materiales sedimentarios o un material de cristalización subsólida (remoción de álcalis) con peraluminosidad secundaria. Los principales minerales máficos son biotita y hornblenda; por lo tan-

to son más básicos

Las series meta-aluminosas calcialcalinas, son más frecuente en asociaciones orogénicas relacionadas con el desarrollo de arcos magmáticos, al contrario de las series alcalinas-peralcalinas que son comunes en dominios anorogénicos; series peraluminosas están siempre presentes en regímenes colisionales continente-continente o corresponden a series aluminosas de magmatismo alcalino /peralcalino anorogénica.

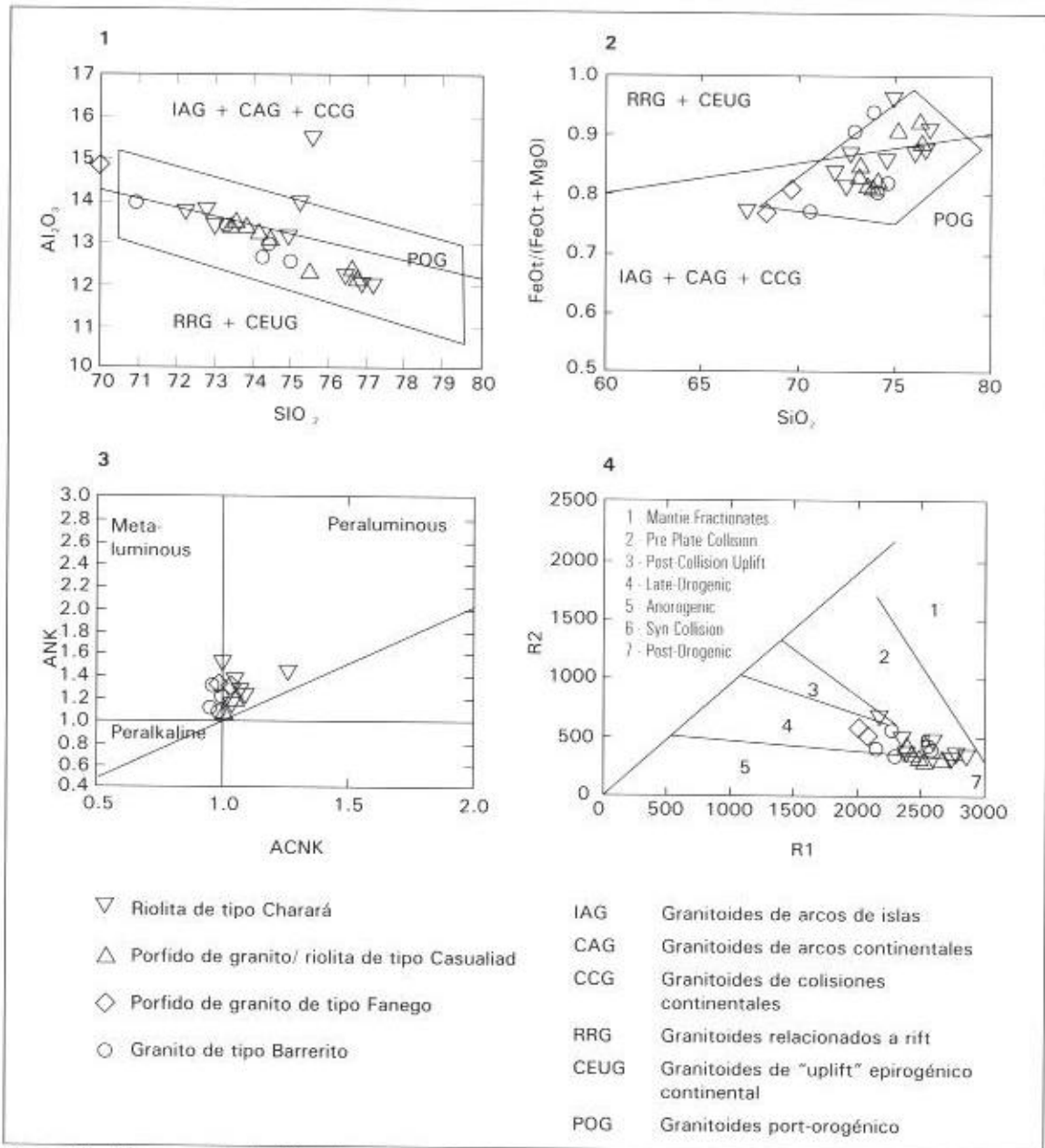


Figura 13: Diagrama de clasificación geoquímica de la Suite Magmática Caapucú.

Combinando el diagrama del Índice de Shand con el de ambiente tectónico ($Al_2O_3 / [Na_2O + K_2O]$ molar) / ($Al_2O_3 / [CaO + Na_2O + K_2O]$ molar) (Fig. 13.3), las rocas de la Suite Caapucú caen en los campos de granitoides de arcos continentales (CAG) y granitoides de colisiones continentales (CCG), pero la mayor parte de los puntos se concentran en el campo de granitoides de etapa post-orogénica de origen (CAG y CCG).

El diagrama R1xR2 (Batchelor & Bowden 1985) (Fig. 13.4), relaciona composición

química con ambiente tectónico. La distribución de los puntos para las rocas de ésta Suite caen dentro de los campos 4, 6 y 7 que corresponden a granitoides post-orogénicos relacionados a ambientes sin-colisionales. El campo 4 son generalmente granitoides subcalinos monzoníticos (tardi orogénicos) y los campos 6 y 7 para los post-orogénicos.

7 ROCAS SEDIMENTARIAS DEL GRUPO CAACUPE

Ordovícico

El grupo Caacupé de la región Oriental del Paraguay, está dividido en tres formaciones: Paraguarí, Cerro Jhú y Tobatí (Harrington 1972). Aflora principalmente en el centro y S de la región Oriental; afloramientos más significativos están en la cordillera de los Altos. El grupo Caacupé se caracteriza por una secuencia sedimentaria de granodereciente, a partir de un conglomerado basal de poco espesor, pasando a una arenisca feldespática y en la porción superior arenisca sacaroide. Wolfart (1961) y Putzer (1962), asignaron para el grupo una edad Ordovícica.

Los afloramientos en la Hoja Villa Florida están limitada a la porción N entre las ciudades de Quiindy, Ybycuí, Quyquyho y en el camino al Lago Ypoá en discordancia transgresiva sobre la Suite Magmática Caapucú; afloramientos remanentes hacia el centro de la hoja se encuentra en la Compañía Valle Apuá (Foto 32).

7.1 CONGLOMERADO - FORMACIÓN PARAGUARÍ (oc)

La composición de ésta unidad es marcada por la predominancia de sedimentos silicoclásticos de granulación media a gruesa, conteniendo conglomerados y arcosas como principales tipos litológicos. Los niveles de conglomerados son oligomicticos de grano grueso, conteniendo cantos redondeados de cuarzo con matriz arcósica exhibiendo estratificaciones cruzadas evidenciadas por láminas de areniscas arcósica. Las arcosas constituyen términos litológicos de menor expresión donde ocurren asociadas a los conglomerados; en general son mal seleccionados, de grano medio a grueso conteniendo fragmentos de minerales subangulosos a angulosos. El color de la roca es gris a rosada a veces con cemento arcilloso y a veces silíceo. Los estratos son de potencia media, decreciendo gradativamente hacia el techo, a veces son ma-

sivas otras veces cruzadas por migración lateral de canales fluviales y limitadas por superficies erosivas como p. e. en la Compañía Costa Irala (85.42, 24.90). En contacto inferior es en discordancia erosiva con la Suite Magmática Caapucú y la superior es gradativa y transicional con la Formación Cerro Jhú.

7.2 ARENISCA - FORMACIÓN CERRO JHÚ (oa)

La Formación Cerro Jhú está compuesta de areniscas feldespáticas, homogéneas de color claro a marrón rojizo, de grano medio a



Foto 32: Discordancia entre conglomerado del ordovísico y pórfido de granito tipo Fanego. Compañía Valle Apua, Quiindy.



Foto 33: Conglomerado del ordovísico. Compañía Laurely de Quiindy.

fino. Los clastos son principalmente de cuarzo subredondeados, poco cementados y algunos feldespatos caolinizados; presenta normalmente estratificaciones en finas capas, principalmente con laminaciones cruzadas a subparalelas. El contacto inferior con el conglomerado la Formación Paraguari y la superior Formación Tobatí son concordantes y transicionales.

8 DIQUES DE BASALTO (b)

Cretácico

Suite Magmática Alto Paraná

Diques de basalto corta a la granodiorita de Centu-Cué en las proximidades de Villa Florida, dicho afloramiento posee una dirección preferencial NW-SE; otra ocurrencia de roca básica en forma de dique se encuentra en el predio de la Estancia Bruins (73.36 - 78.14) y está emplazada en una zona de falla de dirección N-S entre un pequeño afloramiento del Grupo Paso Pindó y riolitas efusivas del Tipo Charará.

En general los basaltos son rocas de color gris oscuro a negro, a veces alterados de textura fanerítica fina, constituidos principalmente por minerales ferromagnesianos y feldespatos de color blanquecino y de brillo vítreo.

Presenta una textura subofítica, de grano medio a fino, caracterizado por la presencia de minerales ferromagnesianos (píroxeno y olivino alterado) y plagioclasa; el píroxeno es del tipo augita y se encuentra parcialmente incluido en la plagioclasa que es una labradorita, de hábito prismático y forma subhedral. Como accesorios fueron encontrados opacos de formas dendríticas a veces esqueléticos de magnetita y/o titanomagnetita. Como minerales secundarios se encuentran serpentina e iddingsita, producto de la alteración del olivino.

Suponemos que los basaltos son parte de la Suite Magmática Alto Paraná de edad Cretácica, pero no se descarta una edad más antigua.

9 SEDIMENTOS CUATERNARIOS

9.1 SEDIMENTOS RESIDUALES (q2)

Sedimentos concrecionales ferruginosos, ocurren principalmente como mantos encima gneis de la Suite Villa Metamórfica Florida, rocas ígneas intrusivas de la Suite Magmática Caapucú y sobre arcosas del Ordovícico. Es de color rojo-amarillento de textura clástica y química, de estructura concrecional englobando partículas de cuarzo y fragmentos de roca, son materiales que constituyen los relieves de las planicies antiguas de denudación por meteorización profunda de granitoides y rocas sedimentarias inmaduras. El espesor de ésta unidad varía desde unos pocos metros hasta a veces 15m, p.e. en el área de Ybycuí.

9.2 SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS (q1)

Son sedimentos de composición arenosa, puzolánica y arcillosa; ocurre principalmente en terrazas fluviales del Río Tebicuary y grandes arroyos. Constituyen depósitos de canales, meandros abandonados y planicies de inundación. Dentro de las mismas se pueden distinguir a las terrazas subrecientes, que constituyen los materiales acarreados por el río y depositados en las márgenes de las mismas (paleocauces), es de naturaleza clástica con tamaño de grano grueso a medio y presentan a veces estratos plano-paralelos o cruzados.

Las terrazas actuales constituyen depósitos de meandros abandonados y de planicies de inundación de composición puzolánica y arcillosa, generalmente orgánica. Los depósitos puzolánicos en general se distingue por su color gris claro, compacto y de forma lenticular; el espesor promedio es de 1m aproximadamente y se halla cubierta por arcillas orgánicas de color gris oscuro y suelo actual.

10 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El Paraguay está ubicado al S-SW de los núcleos Precámbrico sudamericano que conforman los Escudos de las Guyanas al N, Central Brasileño en el Centro y el escudo Brasileño del Atlántico al E (Fig. 5). Almeida (1967) definió como plataforma de Guaporé a los afloramientos del basamento de la parte S del Escudo Central Brasileño. Amaral (1974) subdividió en tres provincias a la plataforma Amazónica: Oriental, Central y Occidental. Posteriormente Almeida et al. (1977) propusieron dividir el Brasil en diez provincias estructurales; a la primera Provincia denominó como de Río Branco, localizada al N de la cuenca del Amazonas y al segundo como Tapajos al S. Más tarde, Amaral (1984) postula que las Provincias de Río Branco y de Tapajos constituyen el denominado Cratón del Amazonas; la primera es parte del Escudo de las Guyanas y el segundo como parte del Escudo Central Brasileño que abarca el SW de Brasil y también la porción SE de Bolivia denominándose cratón Amazónico-Sunsas. Más tarde, Almeida & Hasui (1984), sustituyó a la denominación de Provincia Occidental de Amaral (1974) por Subprovincia Medeira. En el borde SE del Cratón del Amazonas se encuentra la Faja de Plegamiento Paraguay-Araguaia, desarrollada en el Proterozoico Superior, atribuyéndose su origen al Ciclo Brasileño como resultado del choque entre los cratones del Amazonas y el de San Francisco (Almeida, 1965). Remanentes del Cratón Amazónico-Sunsas y de la Faja Paraguay-Araguaia son reconocibles en la zona del Río Apa en el Paraguay Oriental a lo largo de su límite con el Brasil, de manera que rocas del basamento cristalino más antiguo están expuestas. Estos terrenos antiguos están principalmente compuestos de rocas metamórficas de alto grado, meta-sedimentos y sedimentos calcáreos Eocámbricos, intruidos por rocas ácidas de edad Cámbrica (Alvarenga & Trompette, 1993). La faja Paraguay-Araguaia continúa al S del país y está representado por las rocas del Grupo Paso Pindó y la Suite Magmática Caapucú; aparentemente esta estructura termina en el Río Tebicuary, donde está en contacto con el Complejo Tebicuary; este

complejo probablemente forma parte del Cratón del Río de la Plata o de la Faja Ribeira del E Brasileiro (Cordani, comunic. pers.)

Recientemente, Unrug (1996) ha correlacionado a la faja Paraguay-Araguaia con la faja Pampeana y ha denominado a estos como faja Paraguay-Córdoba. Suponemos que esta interpretación no es correcta porque en Paraguay los ejes de plegamiento tienen un rumbo al SE y no al SW. Además el plegamiento de la faja Pampeana es más nueva (530-500 Ma., Söllner et al. 1998) que el Grupo Paso Pindó (Meinhold et al. en preparación).

En el alto de Asunción cerca de San Bernardino afloran granitos y riolitas de edad brasiliana (K-Ar 573 Ma.-Rb-Sr 531 Ma.); en Paraguarí se encuentra una secuencia metasedimentaria, representada por tufitas, siltitas arcillosas y arenisca inmadura, del Grupo Paso Pindó e intrusiones de pórfidos ácidos de la Suite Caapucú en el borde Oriental del Rift de Asunción de edad Cretácica; ésta estructura corta la prolongación hacia

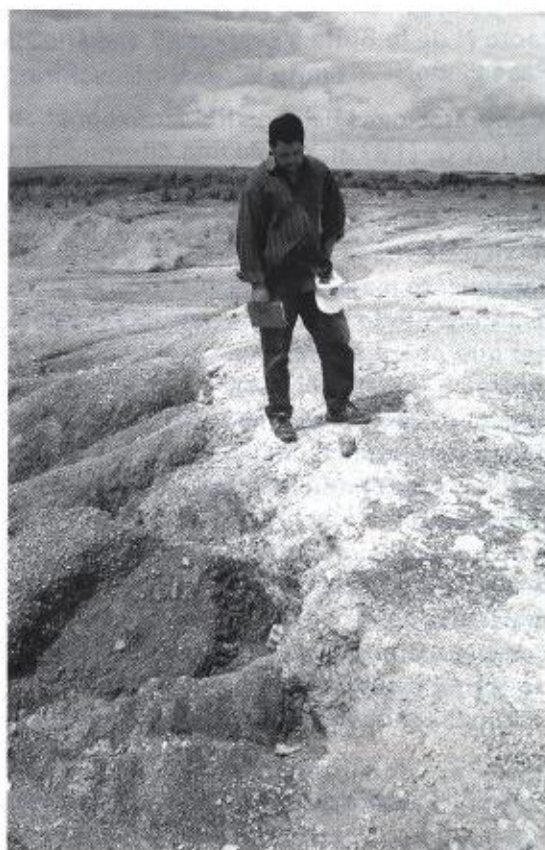


Foto 34: Falla de empuje entre el gneis de la Suite Villa Florida y lutitas del Grupo Paso Pindó. Camino a las Mercedes.

el S de las rocas cristalinas del Alto de Asunción.

En Caapucú al SW, las intrusiones relacionadas al evento del ciclo Brasiliano atraviesan a las rocas más antiguas de edad Brasiliana (Grupo Paso Pindó-600 Ma.) y de edad Trans-amazónica (2000 ± 200 Ma. Suite Villa Florida). Dicha Suite limita al S con el graben de Santa Rosa también de edad Mesozoica, en las cercanías de San Juan Bautista.

A modo general las estructuras del Precámbrico Sur del Paraguay evidencia la influencia de dos sistemas tectónicos (Ciclo Trans-amazónico y Ciclo Brasiliano). Así las direcciones N-S y NW-SE, tienen su relación con la evolución y consolidación de la faja Plegada del Cinturón Paraguay - Araguaia, sobre el basamento antiguo (Suite Villa Florida de edad Trans-amazónica, 2000 ± 200 Ma.) de dirección estructural principal NE-SW (foliación y ejes de pliegues), aunque también existen direcciones NE-SW más nueva considerada como subordinadas y coincidente con fallas de empuje en el contacto N de la Suite Villa Florida y el Grupo Paso Pindó.

Interpretaciones del registro aeromagnético de T.A.C. (1979), revela una diferencia en el área de los metasedimentos de Paso Pindó, el cual podría representar una reflexión de rocas profundas. Un padrón de lineamiento magnético de dirección N 70° E es interpretado como una estructura regional que cruza el área. La fotolineación de dirección N 50° E, al S del lineamiento magnético, es aparentemente la falla que separa a la Suite Caapucú de la Suite Villa Florida, al N de la serpentinita. La proyección de la fotolineación a través del Grupo Paso Pindó y su intercepción con el lineamiento magnético es el área donde se localiza las mineralizaciones de hierro y cobre en las arcosas del Grupo Paso Pindó. Una estructura de forma ovalada al E de Villa Florida, corresponde al plutón granodiorítico de Centu-Cué.

El Grupo Paso Pindó en general, tienen estratos, esquistosidad y pliegues de dirección NW-SE y buzamientos al NE considerados como la dirección principal del Ciclo Brasiliano.

Las rocas del ciclo Brasiliano (Grupo Paso Pindó y Suite Magmática Caapucú) fueron afectados por fracturamientos N-S que también se relaciona a la margen W-NW de la cuenca del Paraná por el Cinturón Paraguay-Araguaia el cual partiendo de Paraguay atraviesa en dirección N-S todo en su límite occidental. Según Soares (1991) una faja de alineamiento de dirección NE-SW en la porción W de la cuenca del Paraná y coincidente con el Bajo de San Pedro, separa a los dos núcleos de rocas Precámbricas en el Paraguay; Apa al N y Tebicuary al S. El mismo autor postula que éstos dos núcleos Precámbricos presentan entidades litológicas y estructurales que los caracterizan como terrenos de diferentes evolución. Cobertura de margen cratónica en el Vendiano (Grupo Itapucumí) al N, en contraposición de granitogénesis y vulcanismo al S (Suite Magmática Caapucú). Además éstas características indican distintos posicionamientos relacionados a una zona de convergencia.

10.1 RESUMEN DE LOS EVENTOS TECTONICOS

- a Después de la sedimentación y/o intrusión extrusión de rocas ígneas del complejo Río Tebicuary en una fase de deformación inicial del Ciclo Trans-amazónico se ha formado la esquistosidad principal (s_1).
- b Metamorfismo de alto grado y plegamiento de las rocas foliadas durante el máximo de la deformación del ciclo Trans-amazónico (2000 Ma.). Formación de ejes b_1 y también desarrollo de esquistosidad s_2 paralela a los planos axiales de los pliegues.
- c Intrusión de granodiorita de Centu - Cué en una fase sin-tarditectónica, que a la vez en sus márgenes muestran estructuras de la deformación principal.
- d Consolidación del Complejo Río Tebicuary.
- e Transgresión de los sedimentos del Grupo Paso Pindó en una fase pretectónica del Ciclo Brasiliano.
- f Plegamiento del grupo Paso Pindó durante la fase principal del ciclo Brasiliano (600 - 580 Ma.). También durante ésta

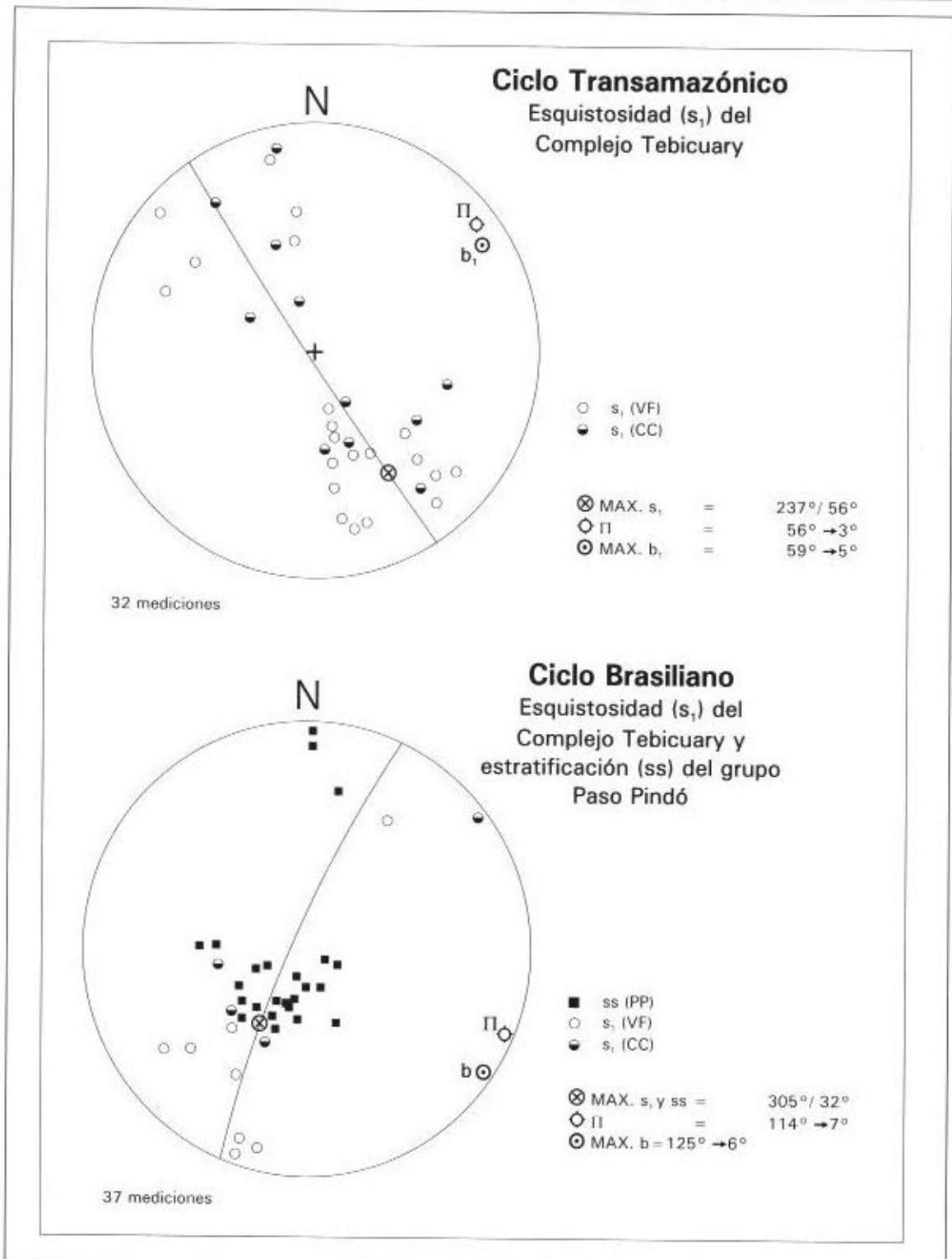


Figura 14: Estereograma de estructuras para el Complejo Río Tebicuary.

fase se ha formado los ejes b_1 en el Paso Pindó y el desarrollo de una esquistosidad transversal; además sobrepuesta en partes a las rocas del Complejo Tebicuary, formando en éstas rocas pliegues con ejes b_2 .

g Tectónica de fracturación post-orogénico asociadas a la intrusión de las rocas magmáticas de la Suite Caapucú, formaron los conductos para las efusivas, intrusiones de diques ácidos y a las soluciones hidrotermales tardimágmatas.

- h Consolidación y estabilización de las rocas metamórficas y magmáticas del Precámbrico Sur.
- y Tectónica distensiva con fracturamiento, produjeron fallas normales y de cizalla más jóvenes probablemente iniciado en el Pérmico Superior continuaron hasta el subreciente.

10.2 ESTRUCTURAS

El área de estudio fue sujeta a intensa deformación y metamorfismo durante el evento tectónico del ciclo Trans-amazónico, deformación y magmatismo en el ciclo Brasileño.

10.2.1 CICLO TRANS-AMAZONICO

En la fase de deformación inicial del ciclo Trans-amazónico las rocas preexistentes fueron sometidas a una deformación D_0 que formaron la primera esquistosidad (s_1), probablemente ésta estructura su aparición sea el resultado de un plegamiento o de una cizalla afina con rotación interna pero no es posible determinar. Después dicha esquistosidad fue plegada formando la lineación b_1 dada por la presencia de minerales alargados y por la intersección de la esquistosidad s_1 con la esquistosidad transversal s_2 paralela a los planos axiales de los pliegues durante la deformación principal D_1 .

Además fueron observadas bandas de segregación de minerales leucocráticos, paralela a la esquistosidad s_1 , dando una alternancia entre paleosoma (cuarzo y feldespato) y bandas de neosoma, constituidos principalmente por granos alargados de cuarzo, formado por la recristalización de minerales solubilizados y fluidos con SiO_2 . La recristalización es acompañada por la presencia de b_1 lineación de los minerales; la intrusión de diques de pegmatoides y aplitas en las calcosilicatadas y los gneises a través de las diaclasas a-c en el puente Villa Florida están relacionadas a ésta fase.

En los estereogramas de Schmidt (Fig. 14) el s_1 tiene un máximo en $237^\circ / 56^\circ\text{NW}$, los ejes y lineaciones b_1 un máximo en $59^\circ \rightarrow 5^\circ\text{NE}$. El máximo b_1 corresponde con el eje π ($56^\circ \rightarrow 3^\circ\text{NE}$), construido por el círculo máximo de la distribución de los planos de

esquistosidad s_1 .

La segunda esquistosidad s_2 de dirección NE-SW e inclinación casi vertical desarrollada en la Suite Villa Florida están asociados a la etapa de plegamiento durante la deformación principal del ciclo Trans-amazónico, el cual está en forma transversal a s_1 y por rotación interna desarrolló una esquistosidad s_2 paralela a los planos axiales de pliegues. Esta deformación ha permitido la formación de pliegues de dirección NE-SW que afectaron las estructuras preexistentes y a los diques (Fig. 14) éste diagrama indica que hay posiblemente una vergencia al SE.

La deformación en las márgenes de la granodiorita de Centu-Cué corresponde al evento sintectónico a tardi-cinemático del ciclo Trans-amazónico, desarrollando en ésta fase esquistosidad paralela al s_1 y s_2 de la Suite Villa Florida, con posterior crecimiento de porfiroblastos de feldespato potásico, encima de la esquistosidad s_1 de la roca original, se dio como producto de un proceso anatéctico. El núcleo de la granodiorita no ha sido afectado por esta deformación.

Clivaje de tensión a-c rellenadas con venas de cuarzo, fue observado en algunos pliegues cerrados en las calcosilicatadas del puente Villa Florida, además el núcleo de los pliegues frecuentemente contiene lentes de cuarzo y pegmatoides.

10.2.2 CICLO BRASILIANO

Después de la consolidación del Complejo Río Tebicuary, ocurrió la transgresión de los sedimentos del Paso Pindó. Estos sedimentos fueron deformados y metamorfizados durante la fase principal de deformación del ciclo Brasileño. El evento Brasileño en su deformación principal resultó en el plegamiento del Grupo Paso Pindó, desarrollo de esquistosidad y lineación de minerales en la metalutita. El elemento estructural principal es la estratificación de los sedimentos; estos normalmente están plegados en forma de pliegues suaves con ejes de dirección NW-SE, más o menos horizontales. Solamente en las lutitas y tufitas se formó una esquistosidad transversal durante el plegamiento. Las márgenes del complejo Tebicuary que están en contacto con el Grupo Paso Pindó también sufrieron una defor-

mación superpuesta por el plegamiento. Resultado del mismo, se han formado pliegues en ésta parte del complejo Tebicuary con ejes o b-lineaciones b_2 en la misma dirección del Paso Pindó.

En los estereogramas de Schmidt (Fig. 16) la estratificación (ss) del Paso Pindó y la esquistosidad s_1 , replegado del gneis de la Suite Villa Florida muestran un máximo en $305^\circ \rightarrow 32^\circ NE$ y los ejes de b-lineaciones de los pliegues tienen un máximo en 125°

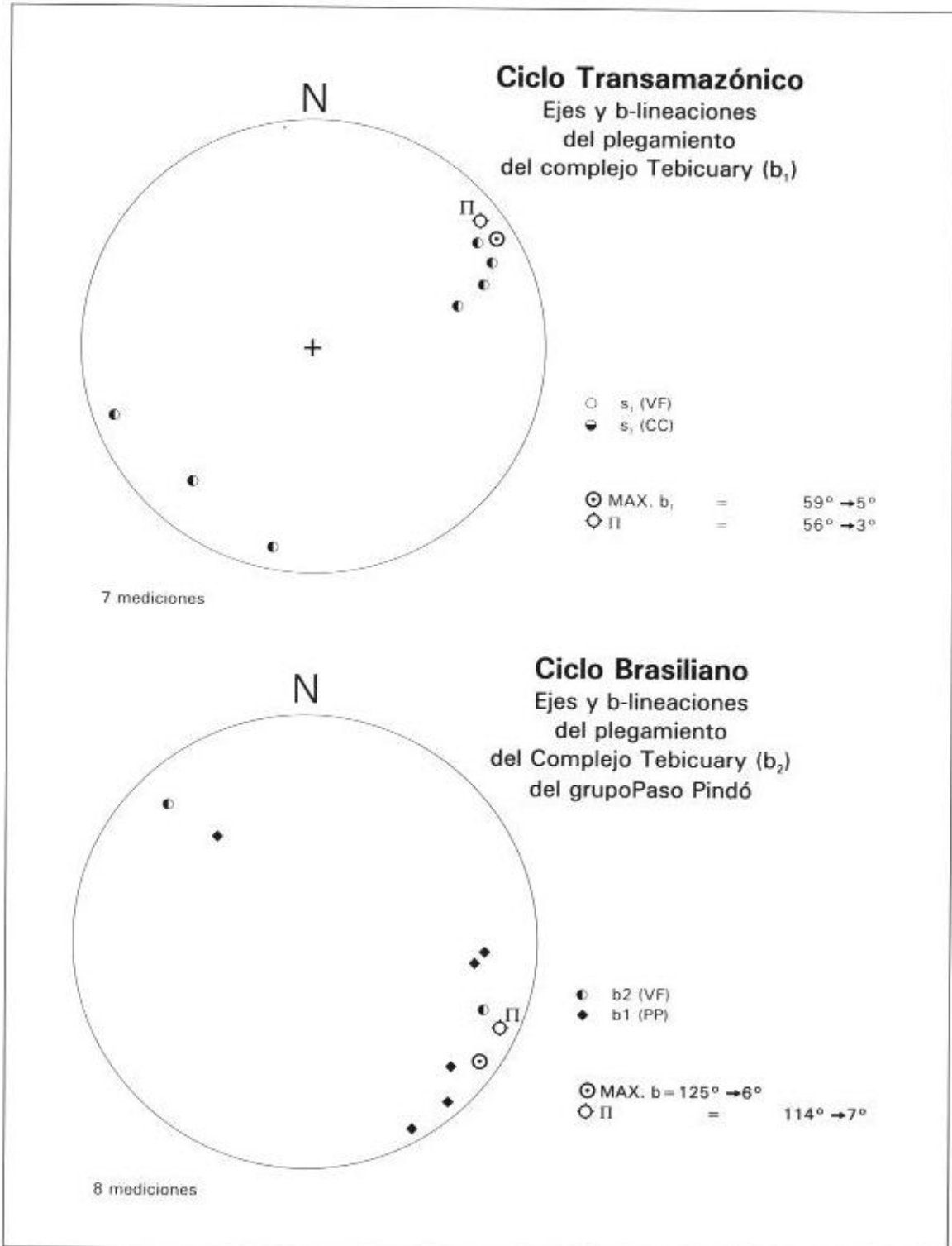


Figura 15: Estereograma de estructuras durante el Ciclo Brasileiro para el Grupo Paso Pindó.

→ 6° SE que corresponde con el π -eje de la estratificación 114° → 7° SE.

10.3 FALLAS

Un conjunto de fallas fueron mapeados en la Hoja Villa Florida en base imágenes satelitales, en fotografías aéreas y comprobación en el campo (Fig. 16). Las direcciones principales de las fracturas son:

- 1 E-W considerados como la dirección de las fallas más antiguas en el área, reactivadas en el Ciclo Brasiliano durante y después de la intrusión de las rocas magmáticas de la Suite Caapucú, dichas estructuras son coincidente actualmente con las zonas cataclásticas encontradas en las riolitas, donde además ocurren alteraciones hidrotermales tardi-magmáticas que ha transformado la composición de la roca original resultando en mineralizaciones de pirofilita, pirita y otros minerales de hierro.
- 2 NW-SE son fallas de tipos normales y horizontales y con el cual coincide el emplazamiento de la mayoría de los diques de riolíticos (Fig. 8). Las fallas de dirección NE-SW parecen ser fallas complementarias del mismo sistema. Estas son de menor frecuencia y tamaño pero normalmente contienen diques de cuarzo.

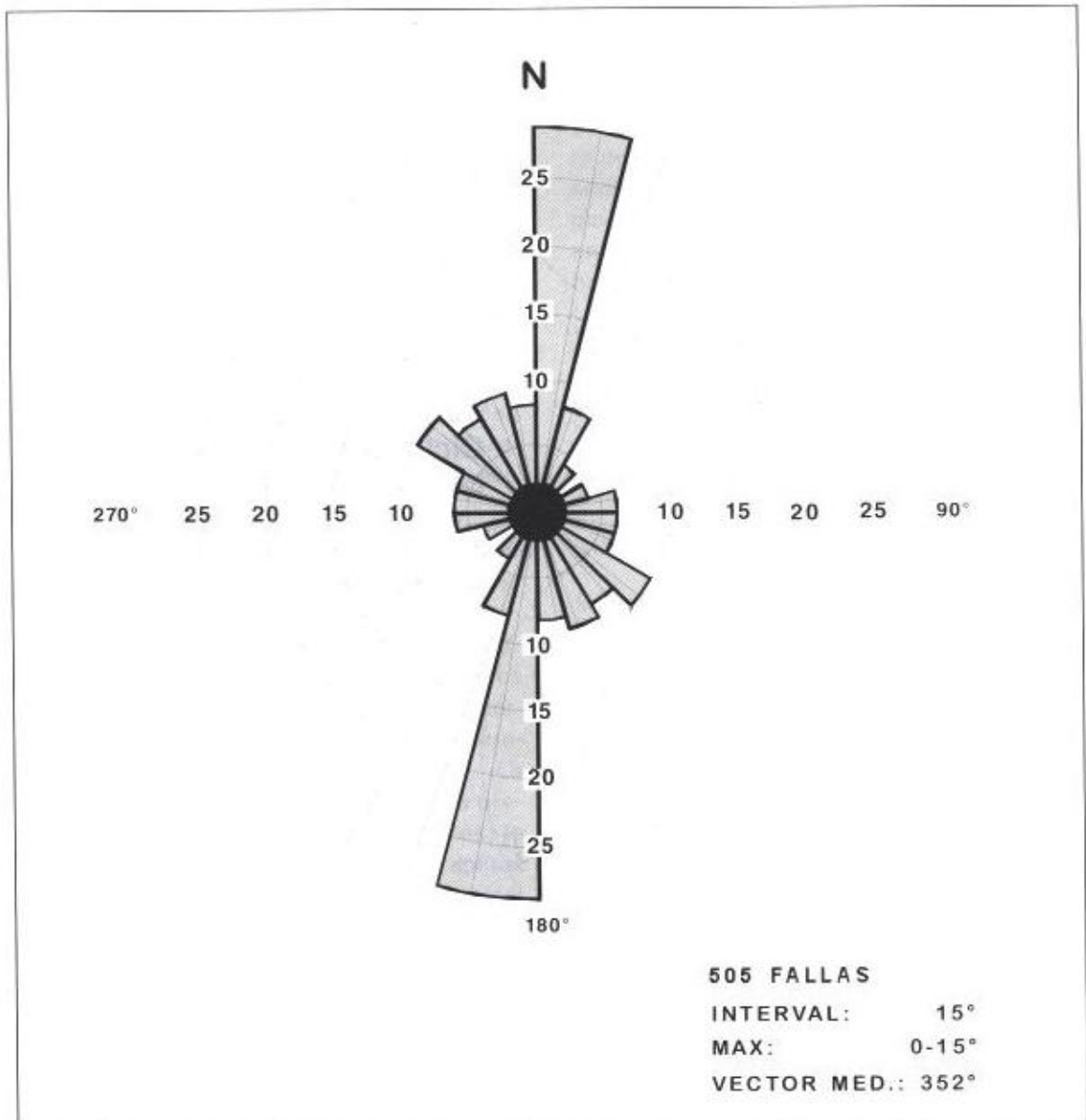


Figura 17: Roseta de Frecuencia de Fallas de la Hoja Villa

- 3 Solamente una sola falla inversa en dirección NE-SW fue encontrada en la Hoja Villa Florida. Dicha estructura es el límite de contacto entre la Suite Villa Florida y el Grupo Paso Pindó. La dirección de la cual es 228° con un buzamiento de 75° al NW. En el contacto debajo del plano de la falla se han formado pliegues de arrastre irregulares en las lutitas del Paso Pindó con ejes paralelo a la dirección de la falla. Al SW la misma falla también constituye el límite entre la Suite Villa Florida y la Suite Caapucú.
- 4 N-S mayormente se trata de fallas direccionales y a veces normales, afecta principalmente a la Suite Caapucú y también a las rocas sedimentarias del Grupo Caapucú. Son considerados como las fallas más jóvenes; algunas de las fallas de ésta dirección constituyen las zonas de emplazamiento de diques de basalto más jóvenes.

1.1 GEOCRONOLOGIA

Las determinaciones geocronológicas en rocas del basamento cristalino de Paraguay son escasas. Las primeras dataciones geocronológicas realizadas en minerales de las rocas más antiguas del Paraguay son de Comte & Hasui (1971), los mismos realizaron determinaciones por el método de K-Ar, con el cual han obtenido edades de 539 ± 40 Ma. en minerales de anfíbol y 424 ± 25 Ma. en plagioclasa de una anfibolita cerca de Florida; según los autores la baja edad obtenida en la plagioclasa de la anfibolita, aparentemente es debido a la incipiente alteración y su cercanía a la intrusión granodiorítica que habría aportado efectos termales; también en la granodiorita de Centu-Cué realizaron determinaciones por el mismo método y en feldespato potásico obteniendo una edad de 535 ± 30 Ma. y otra en granito de Caapucú también en feldespato potásico dando una edad de 468 ± 25 Ma.; dichas edades citadas no fueron recalculadas. Posteriormente Bitschene &

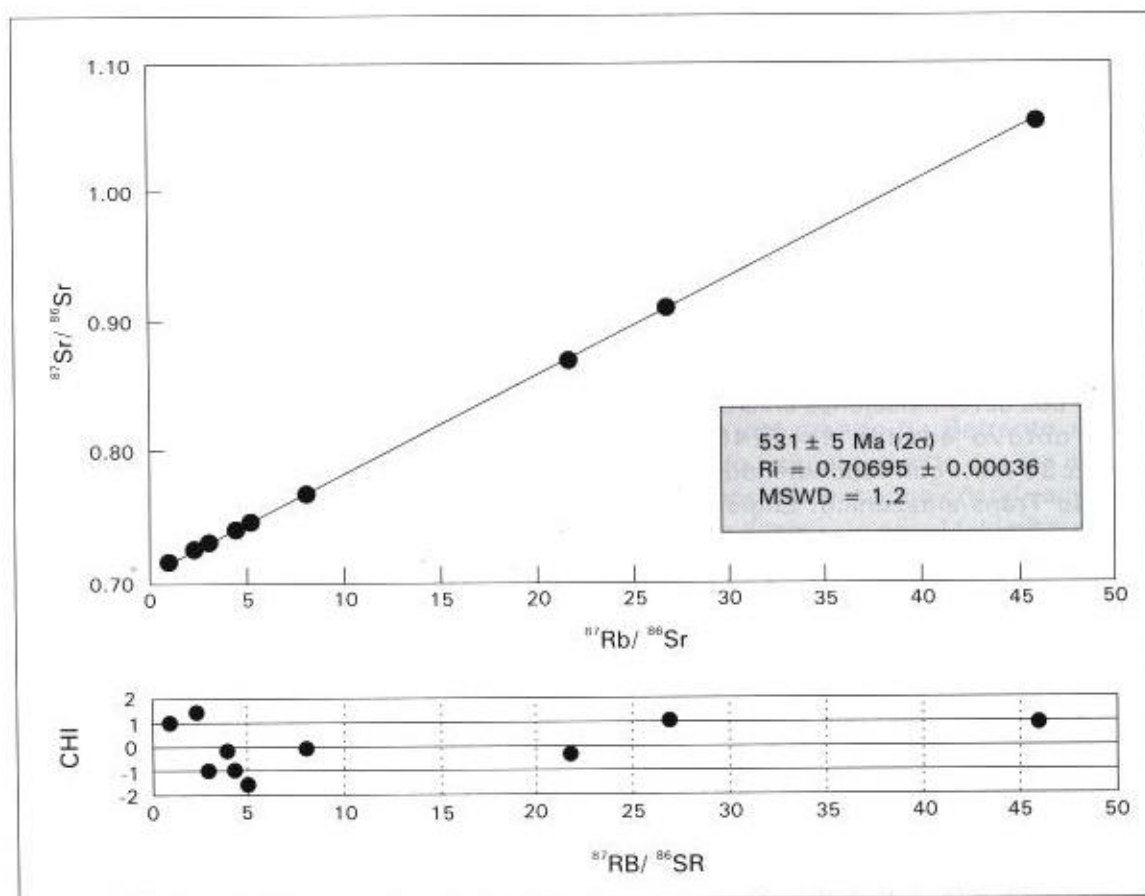


Figura 17: Diagrama isocrónico Rb-Sr de la Suite Magmática Caapucú.

No. de muestra	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	CHI
			(1s = 1%)	(1s = 0,03%)		
G 64 / 2979	96.7	288.72	0.971	0.71452	0.971	1.021
G 72 / 2987	260.3	16.97	45.953	1.05747	45.953	0.881
C 54 / NC 2899	146.5	96.62	4.404	0.73985	4.404	-0.988
C 124 / NC 2972	123.2	156.17	2.287	0.72462	2.287	1.372
C 146 / NC 2974	286.7	38.92	21.676	0.87074	21.676	-0.059
C 147 / NC 2975	227.3	24.98	26.879	0.91253	26.879	1.147
C 148 / NC 2976	179.8	65.92	7.943	0.76699	7.943	-0.021
G 66 / 2981	186.2	128.71	4.202	0.73863	4.202	-0.228
G 69 / 2984	175.0	103.32	4.922	0.74347	4.922	-1.595
C 44 / NC 2898	123.6	126.77	2.830	0.72802	2.830	-1.061

Tabla 6: Lista de análisis Rb/Sr de las rocas de la Suite Magmática Caapucú.

Lippolt (1986) realizaron dataciones por el método $^{39}\text{Ar} - ^{40}\text{Ar}$ en las rocas ácidas de la Suite Caapucú del Centro y Sur del Paraguay Oriental; obteniendo una edad de 544 ± 11 Ma. para el granito de Caapucú.

Lhose (1990) utilizó el método U-Pb y minerales de circón para la determinación de edad de las rocas metamórficas. En una muestra de anfibolita del S de San Miguel, realizó dos determinaciones en dicho mineral y obtuvo edades de 2240 ± 20 y 2040 ± 30 Ma., correspondiendo en edad al Ciclo Trans-amazónico. Engler (1991) también obtuvo edades modelo entre 1800 y 2200 Ma. con el método U-Pb en gneises.

La datación en granodiorita de Centu- Cué por K-Ar dieron edades de enfriamiento de 555 ± 9 Ma., y 560 ± 12 Ma., por el método Rb-Sr se obtuvo dos edades de 580 Ma., la cual corresponde al Ciclo Brasileño, suponiéndose una edad por rejuvenecimiento durante este ciclo; sin embargo por método U-Pb la roca arrojó una edad mucho más antigua de 1617 Ma. el cual se relaciona con la Suite Villa Florida.

La Fig. 17 muestra el diagrama isocrónico de referencia en de un promedio de 10 análisis de datación por el método Rb-Sr (Tabla 6; Fig 17) realizadas en las rocas ácidas más representativas de la Suite Caapucú dieron una edad de 531 ± 5 Ma.

1 2 CONCLUSION

El Complejo Río Tebicuary, en la Hoja Villa Florida se encuentra al S-SE que está constituido por un conjunto de rocas cristalinas afectadas por un metamorfismo de grado medio a alto, dentro de las fácies anfibolita y granulita en el Proterozoico Inferior durante el Ciclo Trans-amazónico (2000 ± 200 Ma.). Ellas se componen principalmente de paragneis y ortogneis que están asociadas en forma concordante con cuarcita, cuarcita de hierro, rocas calcosilicatadas, mármol, anfibolita y rocas ultrabásicas alteradas y/o transformada en esquisto de talco y serpentinita.

La mayoría de estas rocas metamórficas presentan foliaciones y plegamientos; también se encuentran esquistosidades prima-

rias s_1 , secundarias s_2 , y los ejes de plegamientos dio como resultado la formación de lineaciones b_1 y b_2 . La esquistosidad principal s_1 tiene una dirección preferencial NE-SW y un buzamiento al NW. La mayor parte de los pliegues son isoclinales cuyos ejes posee una dirección NE-SW, con inmersión preferentemente al NE. Las márgenes del complejo Tebicuary que están en contacto con el Grupo Paso Pindó sufrieron una deformación superpuesta por el plegamiento posterior; el mismo ha resultado en la formación de pliegues en ésta parte del complejo con ejes o b-lineaciones b_2 paralela a la dirección del Grupo Paso Pindó.

Los gneises están en partes migmatizadas y cortadas por diques concordantes y también discordante de pegmatoides, apfitas y cuarzo de veta. Este conjunto litológico es denominado Suite Metamórfica Villa Florida. Las dataciones disponibles para esta Suite es por el método U-Pb en circones de una anfibolita de la Suite, que dieron edades de 2240 ± 20 Ma. y 2040 ± 30 Ma. (Lhose 1990).

La deformación en las márgenes de la granodiorita de Centu-Cué, y el crecimiento de porfiroblastos de feldespato potásico está relacionada a un evento tardío sinpostcinemático del Ciclo Trans-amazónico por un proceso antécitico y/o metasomático, el cual ha resultado en el desarrollo de esquistosidad s_1 , paralela a los ejes principales de los pliegues en el gneis de la Suite Villa Florida (NE-SW), además de una esquistosidad s_2 y pliegues con ejes en dirección NW-SE. El crecimiento de feldespato potásico se produjo encima de la esquistosidad s_1 de la roca. Este proceso implica una cristalización a partir de la fusión parcial de un material granítico, derivado de la corteza en un nivel medio a alto que intruyó sintectónicamente a los gneises de la Suite Villa Florida.

El Grupo Paso Pindó es una secuencia de roca sedimentaria moderadamente metamorfizada de edad Proterozoica superior. El último periodo de deformación sobre el área cratónica en Paraguay ocurrió durante el Ciclo Brasileño, el cual culminó con la intrusión y extrusión de rocas ácidas de la Suite Caapucú cerca de 531 Ma. Estos sedimentos son partes de la Faja Paraguai-Araguaia y se han formado aparentemente

en una cuenca de deposición continental, anterior al vulcanismo de Caapucú. Ellos fueron subsecuentemente afectados por fallamientos y deformación, encontrándose los estratos inclinados y plegados.

Las rocas sedimentarias consisten de conglomerados polimicticos, intercaladas con arcosas de grano grueso a fino y areniscas, además de siltitas y arcillitas intercaladas con tufitas. Los conglomerados polimicticos contienen principalmente clastos angulosos de rocas metamórficas derivadas de la Suite Villa Florida indicando la proximidad de la fuente y un ambiente de sedimentación inestable. Las metalutitas del Grupo Paso Pindó muestran una esquistosidad ss, s_1 crenulada y lineación de minerales micáceos, el clivaje ó esquistosidad de estratificación ss se ha formado durante la depositación de los sedimentos, posterior efecto de la deformación durante la fase inicial del Ciclo Brasileño han formado los pliegues con ejes casi horizontales. Dicha deformación también ha resultado en la formación de b_2 lineación, transversal a la esquistosidad original de la metalutita.

El nombre de Suite Magmática Caapucú, reúnen rocas predominantemente ácidas de variados niveles de emplazamiento, desde intrusivas y subintrusivas plutónicas, hipobisales subintrusivas a subefusivas y efusivas desde lavas densas hasta piroclásticas. El granito Tipo Barrerito son rocas de grano grueso a veces porfirítica que contiene cuarzo, feldespato y máficos; como accesorios comunes se encuentran apatito, circón, magnetita \pm allanita. En láminas delgadas del granito de Barrerito se han observado frecuentemente que los minerales félsicos presenta una cristalización eutectica, evidenciado por el feldespato potásico con crecimiento peritético, crecimientos gráficos entre cuarzo y feldespato potásico; crecimientos mirmequíticos ocurren en contacto entre cristales grandes de feldespato alcalino con plagioclasa. Tipos porfiríticos de carácter intrusivo contiene fenocristales de feldespato potásico > 1 cm en una matriz media y ocurre en menor proporción; estos tipos de granitos son partes también del granito Tipo Barrerito que aflora en la Compañía Costa Jhú situada en la margen superior izquierda de la Hoja Villa Florida.

Los pórfidos de granito Tipo Fanego son rocas subintrusivas hipoabisales de textura porfiríticas que ha sufrido una fuerte alteración hidrotermal por la presencia de sericita, feldespatos potásicos con pigmentación oscura y manchas de clorita y epidota. Los pórfidos de granito/riolita del Tipo Casualidad (riolita Tipo Casualidad, Kanzler 1987) son rocas hipoabisales subefusivas de textura porfirítica, localmente contiene variedades de microgranitos poco porfiríticos y granito aplítico con muy poco máficos; en partes las láminas delgadas de este tipo de roca especialmente aquellas muestras de transición hacia las efusivas del Tipo Charará presentan fenocristales con bordes de reabsorción por la inclusión de la matriz, posiblemente resultado del crecimiento de la matriz después de la cristalización. En la cantera de Caapucú los pórfidos de granito/riolita contienen cavidades miarolíticas de dimensiones centimétricas rellenas con minerales de fluorita, cuarzo, clorita y calcopirita, esta estructura es indicativa de que éstas rocas son de nivel de cristalización subefusiva. Las rocas ácidas del Tipo Charará (Kanzler 1987), implica rocas extrusivas ácidas de variadas texturas (lavas riolíticas densas, porfiríticas con matriz fluidal o esferulítica y riocacitas porfiríticas) y rocas piroclásticas (ignimbritas, brechas de nubes ardientes y tobas de lapilli).

1 3 GEOLOGIA ECONOMICA

13.1 INTRODUCCION

La utilización de productos minerales en el Paraguay, data desde la época de la colonia, donde en las reducciones jesuíticas ya fueron trabajados objetos con oro, plata y estaño; en cuanto a la procedencia de los minerales de éstos elementos utilizados no son conocidos, se presume que fueron extraídos de las minas del Alto Perú o Bolivia y trabajados en Paraguay (PLA, 1985).

Los primeros trabajos de prospección mineral en Paraguay datan desde el trabajo de DeMersay (1860), oficial polaco al servicio del Pdte. Carlos Antonio López, quién realizó exploraciones de minerales metálicos y descubrió las minas de hierro en 1947. Lue-

go Dugratty (1865), describió las instalaciones para fundición de minerales de hierro situado a unos 20 Km. al SE de Ybucú; acompaña a la misma algunos análisis químico del mineral de hierro y evaluaciones económicas.

Beder (1921), describió la situación de los yacimientos de hierro de Caapucú, Quayquyhó y San Miguel; además caracterizó las rocas asociadas al mineral de hierro como pórfido cuarcífero. También mencionó la ocurrencia de hematita en rocas denominada por él como esquistos arcillosos de Paso Pindó, en las cercanías del Arroyo Paso Pindó, en el predio de la Estancia; dichas rocas están cortadas por diques de aplitas y contiene mineralizaciones de oligisto en forma de hojas dispuesta en forma oblicua al plano de esquistosidad.

Entre los años 1854 -1865, se han llevado a cabo la explotación de minerales de hierro en menas ubicadas en el Arroyo Apichapá al N de Caapucú, San Miguel (Hoja San J. Bautista) y Mburucasy, al E de Paso Pindó y su conversión industrial en la planta de la Rosada. Desde entonces una vez terminada la guerra de la Triple Alianza se ha abandonado la explotación de hierro y por lo tanto de minerales metálicos en el Paraguay.

Minera San Miguel explotó en galerías subterráneas el depósito de talco ubicada a 1 Km. al NW de la ciudad de San Miguel, al S de la Hoja Villa Florida entre los años 1963-1975, estimándose una producción total de 561 toneladas de talco, Proyecto Par 86/003 (1988).

Según el mismo trabajo la pirofilita de Charará también fue explotada en la década del 50', trabajándose en forma precaria y desconociéndose el destino del material.

The Anchutz Corporation (T.A.C.) (1981) realizó exploraciones en cinco áreas dentro de la Hoja Villa Florida, éstas áreas fueron seleccionadas después de una campaña previa de reconocimiento geológico y complementado con muestreo y análisis geoquímico de sedimentos de corriente. En algunos de los análisis químicos en los sedimentos se han encontrado anomalías para elementos metálicos; las áreas seleccionadas fueron: Paso Pindó, Cerro de La Virgen,

Ypucú (A°. Niño), Itapé y Villa Florida. El objetivo primario del trabajo fue investigar áreas con anomalías de cobre detectadas en el Grupo Paso Pindó y también en el Cerro de La Virgen con anomalías de Cu-Pb-Zn y con ocurrencias de pirita y calcopirita. Las exploraciones también consistieron en levantamiento magnetométrico, servicio de Max-Min II, scintillometría, muestreo de suelo, banco de suelo, muestreo detallado de sedimentos de corriente y sondeo rotativo. El área de Paso Pindó fue la única área más promisoría para una mineralización.

La Compañía Minera Yamana entre el año 1997-1998, realizó una campaña de prospección de minerales metálicos en el Precámbrico sur, sus trabajos están centrados en su área de concesión más al sur de la Hoja Villa Florida.

13.2 MINERALES METALICOS

13.2.1 HIERRO

Según Beder (1921), las minas de hierro de Caapucú fueron descubiertas en 1847 por L. Alfred DeMersay un oficial polaco contratado por el entonces Pdte. Carlos Antonio López. Las muestras de minerales de hierro de Caapucú, fueron analizadas por Bendertand, quién reconoció la presencia de oligisto con alto contenido en hierro, además de algunas impurezas de manganeso, pirita parcialmente alteradas, hematita y limonita.

Putzer (1962), describió las ocurrencias de hierro en Minas Cué y del Puerto al N de Caapucú, además de Paso Pindó y Muricasy al E de Paso Pindó. Presencia de costra laterítica, se tiene en muchas áreas de la Hoja Villa Florida; en compañía Costa Jhú, Caapucú, Colonia Fulgencio Yegros, pero todas las ocurrencias no poseen un potencial económico.

En Minas Cué hay un dique de cuarzo con especularita, hematita densa y magnetita con algo de epidota en una zona de fractura

con rumbo N30°E. En ésta fractura, los diques están brechados y la hematita constituye el cemento o matriz de la brecha. La roca de contacto es un pórfido de riolita del tipo Charará de la Suite Caapucú. Esta mineralización posee una extensión de unos 150 m de largo, 6 m de ancho y una profundidad de hasta 3 m; los materiales más rico en hierro fue completamente explotado.

En la Estancia del Puerto, 3 Km. al N-NW de Caapucú, también se encuentra un dique que contienen hematita, especularita y restos de pirita, asociado con hierro silicificado y cuarzo encajado en pórfido de riolita, dicho depósito fue explotado en la época del Mariscal Francisco Solano López; en el borde del dique se encuentra un poco de baritina y blenda.

Según Chaney et.al (1982) las ocurrencias de hierro y cobre en Paso Pindó, fueron explorados en la década del 60' a través de perforaciones y trincheras someras con resultados no satisfactorio. El prospecto de hierro consiste e una trinchera ahora rellena con agua, en el cual el mineral de hierro pudo haberse desarrollado como una canga pequeña y superficial.

La ocurrencia de hierro en el predio de Estancia Mburicasy al E de Paso Pindó es una cuarcita ferrífera donde se observa en una antigua mina abandonada en el gneis de la Suite Villa Florida. El comportamiento del material es en forma de lente y posee una dirección NE-SW, paralela a la esquistosidad del gneis; la extensión de esta ocurrencia no fue determinada.

Otras ocurrencias de pequeños diques de cuarzo y hematita fueron encontradas durante este mapeo en el predio de la Estancia Casualidad, al S de la Compañía Charará, camino al Cerro Pirú (coord: 70.81-99.97) y en la Compañía Capillita, cerca del Arroyo Fleitas (coord: 73.52-06.66), encajados en riolitas de la Suite Caapucú; pero ninguno de estas ocurrencias tiene un valor económico.

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	(SO ₃)	(Cl)	(F)	LOI	Sum.
43.11	0.029	0.91	51.49	0.103	0.01	1.23	<0.01	0.01	0.403	0.05	0.008	<0.02	2.59	99.94

Tabla 7: Análisis Químico de la muestra B44 (cuarcita ferrífera)

13.2.2 COBRE

En el área del Arroyo Paso Pindó, en el paraje conocido como Cabañas Cué, 6 Km. al NE de Villa Florida a 500m SE del Establecimiento (coord:49.007-70.868), ocurre una zona cataclástica del tipo cizalla en granitos aplíticos y microgranitos de la Suite Caapucú, dichas rocas están brechada y silicificada en partes por acción hidrotermal. En ésta zona se ha encontrado una mineralización de cobre en forma de malaquita, crisocola y azurita y ocurren principalmente en planicies de cizalla, en forma de pequeñas vetas y disseminaciones en las rocas, acompañada de otros minerales como cuarzo y calcita. Un pozo (RD 48, coord: 85.50 - 490.2) esta localizada en el área del Grupo Pindó y se encuentra al SW de la ocurrencia de la mineralización de cobre; en dicho pozo se han encontrado intrusiones de riolitas del Tipo Charará, granitos aplíticos y microgranitos en los metasedimentos del Grupo Paso Pindó (Perfil Litológico; Lechner, H., T.A.C. 1979). Según Putzer (1962) la profundidad de la mineralización es hasta 4m y el ancho entre 2 a 5m y 40m de largo, pero la zona de cizalla es más extensa, hasta 400m de dirección NE, pero irregular. En recientes observaciones del área se ha comprobado que actualmente la mineralización posee un afloramiento más pequeño con un ancho de 0.5 m y 3 m de largo.

Otra mineralización de cobre en forma de calcopirita, acompañada de pirita fue encontrada en un sondeo realizado, cerca del Cerro de La Virgen (Pozo RD 49, Coord: N 00,0.4, E 480.5), donde también se ha detectado una anomalía geoquímica de Cu-Pb-Zn en sedimentos de corriente. En éste pozo se ha encontrado riolitas y/o riodacita, que en partes están alterados hidrotermalmente y contiene vetas de cuarzo, con pirita y calcopirita en fracturas y diaclasas (Perfil Litológico, Lechner, H., T.A.C. 1979).

Mineralizaciones con sulfuros (pirita y poco calcopirita), en diaclasas acompañadas de cuarzo, calcita y fluorita, también se ha encontrado en los pórfidos de granito/riolita del tipo Casualidad en la cantera de Caapucú (coord: 82.40-00.55) durante el mapeo de la Hoja Villa Florida. Además, otras ocurrencias de sulfuros(pirita-calcopirita), fueron

localizadas en las zonas cataclásticas en riolitas tipo Charará, alteradas hidrotermalmente en la compañía Yeré; ahí los sulfuros aparecen como disseminaciones en la roca. La alteración hidrotermal de las riolitas en este lugar también ha ocasionado la formación de pirofilita.

13.2.3 CONCLUSION

El trabajo detallado a indicado que las ocurrencias del área de Itapé y Paso Pindó no poseen grandes potenciales para depósitos metálicos (Cole, Robinson & Otros, 1980).

El área de Caapucú (Cerro de La Virgen) posee un potencial limitado, solamente porque tiene una anomalía en sedimentos de corriente; investigaciones más detalladas no se ha realizado. En Villa Florida también existe un potencial para metales básicos detectándose una anomalía en sedimentos de corriente para Cu-Pb- Zn, pero el trabajo de investigación de ésta anomalía fue incompleto (Cole, Robinson & Otros, 1980).

Hasta ahora, solamente en las áreas de Paso Pindó, de Cerro de La Virgen y de la cantera Caapucú, se han encontrado mineralizaciones de metales básicos, pero hasta el momento sin potencial económico

13.3 MINERALES RADIATIVOS

13.3.1 URANIO-TORIO

Durante el trabajo de exploración de TAC (1982) se han encontrado en el Grupo Paso Pindó una anomalía radiométrica. Esto ocurre en una arenisca arcósica alterada y silicificada que fue localizada cerca de 1,5 km. al SE de la ocurrencia de cobre; la lectura en el scintillometro fue superior a 500 c.p.s. La ocurrencia de esta anomalía es en una pequeña zona cataclástica, aparentemente confinada y silicificada cerca de una zona de fractura, conteniendo abundante jaspe de color rojo (Cheney et. al 1982).

Trabajos de reconocimiento posteriores indican que las muestras de rocas sedimentarias están poco alteradas y fueron analizados por Espectroscopia y análisis químico por Espectrometría de Absorción Atómica para U_3O_8 y ThO_2 . Resultados de dichos análisis

se deducen que la anomalía es causada por una relativamente alta traza de Th y ^{238}U incorporado probablemente en mineral de circon. Dicho mineral pudo haberse concentrado en placeres en los sedimentos que no representa un potencial económico.

13.4 MINERALES NO METALICOS

13.4.1 TALCO

El talco es el nombre con que se conoce no solamente al mineral silicato hidratado de magnesio, sino también a un conjunto de materiales, minerales y rocas que tienen propiedades semejantes y usos industriales comunes. Este conjunto de materiales incluye, además del mineral talco propiamente dicho, a la pirofilita, piedra jabón, abestino (talco fibroso), arcilla talcosa y otras variedades de minerales.

El talco es un silicato de magnesio cuya fórmula teórica contiene: SiO_2 : 63.5 %, MgO_2 : 31.72 % y H_2O : 4.8 %. Se representa por la fórmula $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{H}_2\text{O})_2$.

PROSPECTO TALCO:

Ocurrencia de mineralizaciones de talco en el Precámbrico Sur del Paraguay se encuentra entre el límite S de la Hoja Villa Florida y N de la Hoja San Juan Bautista (coord: 49.575 - 70.664). Dicha ocurrencia es en una zona de contacto entre gneis y rocas ultrabásicas. El origen del talco se atribuye a soluciones hidrotermales que han actuado sobre las rocas ultrabásicas portadoras de minerales de olivino y ortopiroxeno que han sufrido un metamorfismo de muy bajo.

En recientes observaciones de la zona de mineralización de talco, durante el mapeo del Precámbrico sur, fueron comprobadas que la mineralización de talco del N de San Miguel, se trata de un cuerpo alargado en dirección NE-SW y su buzamiento al NW y se ha formado en una zona de contacto entre roca ultramáfica y leucocrática, (posiblemente gneis). También se han tomado cuatro muestras de las rocas del contacto del sondeo rotativo SM 1 de las profundidades de 20.9 m, 21.4m, 24.95 m y 31.5m, que fueron analizados químicamente y

petrográficamente en el Laboratorio de la BGR, en Alemania. Los resultados petrográficos de dichas muestras indican que el talco se encuentra asociada a rocas que contiene abundante minerales secundarios de cristobalita y calcedonia en forma de cuarzo fantasma; también contiene pseudomorfos de antiguos minerales pe. piroxeno reemplazado por clinoanfíbol, carbonatos (dolomita o magnesita) rellenas por talco asociada a abundante flogopita, minerales arcillosos y opacos. Además ocurren con accesorios granos de apatito y alguna zona en forma de bandas rica en clinozoisita/epidota.

Determinadas texturas indican que las lentes del material leucocrático (plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico) sobre todo el cuarzo están reabsorbidos, es decir que ha ocurrido una reacción entre el material ultrabásico y el material leucocrático. En tales reacciones p.e. la intrusión ultrabásica en granito o intrusión pegmatítica en ultrabásica dan lugar a un halo de contacto entre flogopita y clinoanfíbol.

De acuerdo a los datos de 10 sondeos rotativos realizado en un área de 10 Km² por el Proyecto Par 86/003 (1988) en la zona de ocurrencia, se han calculado una reserva de 80.000 tn de talco, de los cuales unos 40.000 tn corresponde a talco puro y el resto es de material contaminado, pero que puede ser aplicado para otros usos. El origen del talco en éste trabajo atribuyen a soluciones hidrotermales que actuaron sobre las rocas básicas o ultrabásicas portadoras de magnesio.

13.4.2 PIROFILITA

La pirofilita es un silicato de aluminio, cuya fórmula molecular es $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Con relación a las aplicaciones en general los minerales que se incluye en el grupo de la pirofilita son kyanita, diáspora, andalusita y arcilla con alto en alúmina. Todos éstos materiales tienen la capacidad de resistir a las altas temperatura y al choque térmico son ampliamente utilizados para la fabricación de refractarios. La pirofilita también posee aplicaciones en productos no cerámicos y es el más importante como sustituto del talco.

MUESTRA	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ISO ₃	(Cl)	(F)	LOI	Sum.
(II) SM1 20.9m	55.02	0.065	3.62	5.08	0.174	25.65	0.40	0.06	0.03	0.024	<0.01	0.009	<0.020	9.32	99.45
(III) SM1 21.4m	84.23	0.007	0.28	2.20	0.049	9.73	0.05	0.02	0.03	0.045	<0.01	0.006	<0.020	3.07	99.72
(III) SM1 24.95m	65.79	0.010	0.43	4.70	0.066	16.29	4.08	<0.01	0.03	2.760	<0.01	0.003	<0.180	5.24	99.59
(IV) SM1 31.50m	42.91	0.852	11.79	13.39	0.176	8.16	2.46	0.25	1.10	0.132	<0.01	0.008	<0.020	18.27	99.50

Tabla 8: Análisis Químico de muestras del Pozo SM1

Alteración de las rocas efusivas: los procesos secundarios que han afectado en algunas zonas han llevado a la casi total sericitización de los feldespatos, acompañados por la neoformación de epidota, calcita y hematita. En las zonas cataclásticas acompañada de acción hidrotermal ocurren principalmente las mineralizaciones de pirofilita.

La compleja transformación mineralógica y estructural, además de algunas modificaciones químicas de las rocas efusivas está relacionada a las zonas tectónicas, acompañada de hidrotermalismo. Este tectonismo y/o alteración afecta principalmente a las riolitas del Tipo Charará; éstas rocas están asociadas a una faja de afloramiento de dirección E-W de unos 15 Km. de largo y unos 2 Km. de ancho, denominadas zonas cataclásticas y se encuentra localizada en la Compañía Yeré, específicamente en el A° Mbopí Cuá (85.00 - 86.500). En ésta parte las rocas efusivas presentan una fábrica cataclástica y mineralizaciones de pirofilita, acompañada además de pirita y óxido de hierro; la roca mineralizada posee generalmente color claro, blanquecino - amarillento, impregnadas por venas de hematita de color rojo. La transformación de las rocas es gradualmente progresiva; en la parte interna de la zona cataclástica predomina la pirofilita hematítica, en la zona externa se observa la presencia de brecha riolítica conteniendo como porfiroclastos fragmentos angulosos de rocas y fenocristales de cuarzo y feldespato alcalino, acompañada de abundante opacos, minerales secundarios de clorita, epidota y calcita en la matriz.

La zona intermedia, es una transición en parte la brecha riolítica con nódulos de pirofilita, en partes muy silicificada.

Otros afloramientos de zonas cataclásticas de dirección E-W, es en el Cerro Arasé (73.00 - 05.71), y en el camino al Lago Ypoá, entre los Cerros Lima y González. Por último la ocurrencia más significativas de zonas cataclásticas con mineralización de pirofilita de dirección NW-SE es en la Compañía Charará (71.60 - 01.81) en contacto tectónico con arcosas del Grupo Paso Pindó y en la Compañía Capilla Tuyá (73.75 - 06.13) con dirección NE-SW.

PROSPECTO CHARARA: El Proyecto Par 86/003(1988) ha realizado estudios geológicos, químicos y sondeos del depósito de pirofilita de la Compañía Charará (Coord: 70.34 - 03.30). Según el mismo la mineralización posee una forma lenticular y está relacionada a las rocas volcánicas y piroclásticas que por acciones hidrotermales en zonas de fracturas han reemplazando parcial o totalmente a las rocas originales.

El material pirofilitico cuando es puro es de aspecto masivo, color crema, de baja dureza; en partes se halla afectada por silicificación. Estudios de algunas muestras por medio de difracción de rayos X indican que la pirofilita está asociada con sericita y cuarzo; en algunos casos aunque escasa se encuentra dickita, caolinita, alunita y diáspora. En cortes delgados revela la predominancia de pirofilita-sericita en unos 90%, litoclastos > 10% y opacos > 1.

De acuerdo a los resultados de análisis tecnológicos realizado por el Proyecto Par 86/003 (1988), la pirofilita de Charará puede ser empleada para la industria cerámica.

Según los cálculos de reserva realizada a través de sondeos rotativos se tendría aproximadamente unos 40.0000 tn. de material pirofilitico. De los cuales unos 20.000

MUESTRA	PROF. m.	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	MgO %
1- PL-1	0.00-1.00	76.10	19.30	0.60	0.30	0.15	1.15	2.35	-
2 - PL-1	2.00-2.50	78.15	15.10	0.70	0.80	1.70	2.80	2.40	-
3 - PL-3	0.00-1.00	77.35	19.40	0.45	0.50	0.20	1.25	2.10	-
4 - PL-3	3.00-4.00	77.20	19.80		0.15	0.10	0.30	1.30	-
5 - PL-4	2.00-3.00	78.20	15.10	0.80	0.60	0.90	2.10	2.80	-
6 - PL-5	1.50-2.00	77.15	16.15	0.85	0.30	0.80	1.80	1.30	0.30
7 - PL-6	1.50-3.50	73.10	16.20	1.10	0.60	1.10	1.80	2.60	0.40
8 - PL-7	2.00-3.00	75.15		0.80	0.30	1.15	2.10	3.15	0.30
9 - PL-8	2.00-4.00	76.10	14.10	0.60	0.80	1.40	2.30	3.10	0.50
10 - PL-9	1.00-2.00	78.15	20.05	0.40	0.10	0.25	1.20	-	
11 - PL-9	3.10-4.00	77.30	13.80		0.90	1.35	2.45	3.15	0.40
12 - PL-9	8.00-9.00	76.80	15.15	0.70	0.90	1.30	2.35	3.30	0.20
13 - PL-10	3.00-4.00	76.80	14.20	0.90	0.75	1.45	2.10	3.20	0.60
14 - PL-12	8.80-10.00	75.60			1.20	1.30	1.90	3.85	0.30
15 - PL-15	1.00-2.00	77.10	14.25	1.15	0.60	1.35	2.60	2.95	0.40

Tabla 9: Análisis Químico de pirofilita de Charará (extraído de Par 861/ 003, 1998)

tn. corresponde al material puro y el resto son rocas mineralizadas con menor densidad.

13.4.3 FLUORITA

Es un mineral no metálico de composición F₂Ca, de hábito cúbico. Entre sus propiedades físicas se destaca por su exfoliación perfecta, dureza: 4, densidad: 3,18. Transparente a translúcido; su color varía ampliamente, generalmente verde claro, amarillo, verde azulado a púrpura.

Composición Química: Ca 51.3 %, F 48.7 %. Las tierras raras, en especial itrio y cesio puede sustituir al calcio. La fluorita se emplea especialmente como fundente en la fabricación de acero, en la fabricación de vidrio opalescente, en esmaltado de utensilios de cocina, fabricación de ácido fluorhídrico y en ciertas ocasiones como material ornamental en jarrones y platos. La fluorita óptica se emplea en pequeñas cantidades en la fabricación de prismas y de diversos sistemas ópticos, aunque la mayor parte del material se prepara ahora sintéticamente.

Se encuentra como mineral accesorio en las rocas efusivas de las Suite Caapucú, asociado con apatito, circón y mena de hierro. En los pórfidos de granito/riolita del tipo Ca-

sualidad de la cantera de Caapucú se han encontrado cavidades miarolíticas rellenas con minerales de fluorita de color violeta, además de cuarzo, calcopirita y clorita.

Corresponde una mayor investigación de éste mineral.

13.5 MATERIALES DE APLICACION

13.5.1 Piedra Triturada

Rocas cristalinas ácidas: contiene apreciable cantidad de cuarzo, el cual ocurre principalmente asociada con feldespato y mica. El feldespato se descompone a caolinita. La durabilidad de éstas rocas depende de los tipos de alteraciones que prevalecen y la resistencia al esfuerzo sometido, donde debe predominar la desintegración mecánica (N > 5) o roca fresca. Cuando la descomposición es más que la desintegración (N < 5), el porcentaje de minerales secundarios debe ser considerados.

Las principales rocas ácidas cristalinas que se encuentran en la hoja Villa Florida son granitos y riolitas entre las ígneas; paragneis y ortogneis entre las metamórficas.

Rocas cristalinas básicas: son rocas que no contiene cuarzo o poco en su composición.



Foto 35: Pirofilita de la compañía Charará (A° Paso Lima).



Foto 36: Cantera de Caapucú. Miarola rellena con calcita, fluorita, cuarzo y clorita en pórfido de granito/

Generalmente éstas rocas posee una considerable cantidad de minerales de minerales nocivos (clorita, serpentina, calcita y otros). Las anfibolitas, calcosilicatadas, serpentinita son rocas cristalinas subordinadas a los gneis y de volumen poco significativo.

Roca con alto contenido en cuarzo (cuarcita): es una roca compuesta principalmente de cuarzo en estado cristalino. Ellos son

más durables como materiales para la construcción de carreteras y no necesita de ensayos de resistencia.

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta en el uso de la cuarcita del Precámbrico Sur como rocas de aplicación, son las mineralizaciones de talco que se encuentra asociada a la cuarcita en algunas zonas (p.e. cantera de Itayurú) al sur de la Hoja Villa Florida.

13.5.2 Puzolana

La puzolana se encuentra asociada con sedimentos arenosos y arcillosos que ocurre principalmente en terrazas fluviales del Río Tebicuary y grandes arroyos. Las arenas constituyen la porción inferior de la secuencia y las puzolanas se encuentra principalmente sobre las arenas en forma de depósitos lenticulares, cubiertas por arcillas orgánicas. Las mismas pueden formar terrazas que constituyen los materiales depositados en las márgenes de los cauces. Las arenas poseen tamaño de grano grueso a medio y presentan a veces estratos plano-paralelos o cruzados.

Las terrazas constituyen depósitos de meandros abandonados y de planicies de inundación. La puzolana en general se distingue por su color gris claro, compacto; el espesor promedio es de 1m. aproximadamente y se halla cubierta por arcillas orgánicas de color gris oscuro y suelo actual.

13.5.3 Arcillas para cerámica

La cobertura Cuaternaria del Precámbrico Sur es representada principalmente por suelos lateríticos y sedimentos clásticos de planicies de inundación. La fabricación de productos cerámicos constituye una de las actividades económicas de la población de el área, donde se fabrican ladrillos y tejas aprovechándose las arcillas que se encuentran en las cercanías del Río Tebicuary o los grandes arroyos. Las arcillas ocupan principalmente la porción superior de las terrazas fluviales y constituyen los depósitos de planicies de inundación.



Foto 37: Afloramiento de Puzolana, cerca del A^o Yaguary, en el predio de la estancia Barrerito.

- ALMEIDA, F.F.M de** (1974): Evolução Tectônica de Cráton do Guaporé comparada com a do Escudo Báltico.- *Rev. Bras. de Geoc.* 4 (3):191-204; São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de y HASUI, Y.** (1984): O Pré-cambriano do Brasil.- Ed. Edgard Blücher Ltda., 378 p.; São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de, HASUI, Y. y BRITOS NEVES, B.B. DE** (1976): The Upper Precambrian of the South America.- *Bol. I.G. Inst. Geoc., USP*, 7:45-80; São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de, HASUI, Y., BRITOS NEVES, B.B. DE y FUCK, R.A.** (1977): Provincias Estruturais Brasileiras. Atlas Simp. Geol. Nordeste 28p., Campina Grande.
- ALMEIDA, F.F.M. de** (1967): Origem e Evolução da Plataforma Brasileira.- *Bol.* 241, DNPM, Div. Geol.Min.; Rio de Janeiro.
- ALVARENGA, C.J.S. & PROMPETTE, R.** (1993): Evolução Tectônica Brasileira da Faixa Paraguai: A Estruturação da Região de Cuiabá: In: *Rev. Bras. Geosc.*, Vol. 23 - 1.
- AMARAL, G.** (1974): Geología Pre-Cambriana da Região Amazônica.- *Tesse. Inst. Geoc. USP*; São Paulo.
- BEDER, R.** (1921): Los yacimientos de Mineral de Hierro de Caapucú, Quyquyhó y San Miguel y el de Mineral de Manganeso, de la Cordillerita: In *Bol. Acad. Nac. de Cienc. Córdoba*, Tomo XXV: 170-182. Buenos Aires.
- BITSCHENE, P.R. y LIPPOLT, H.J.** (1986): Acid magmatites of the Brasiliano Cycle in East Paraguay.- *Zbl. Geol. Paläon. Teil I*, 9/10: 1457-1468; Stuttgart.
- BURGATH, K. P., MOHR, M., DROZACK, J. & KLIMAINSKY, M.** (1987): Origin of metamorphic peridotites and amphibolites in the Central Schwarzwald.- *Terra Cognita*: 7, 2-3, Abstract, p. 168.
- CARNIER, K.** (1911): Reisen in Mato Grosso und Paraguay.- *Mitt. Geog. Ges.*, 6: 18-44; München.
- CHANEY, R., STANLEY, D., FRANCO, R.** (1982): Paso Pindó Area.- *The Anschutz Co., TAC Int. Rep., Archivo DRM-MOPC.* Asunción, 9p.
- COLE, G., ROBISON, L. & others** (1980): Mineral Follow-up in the Sourthen Precambrian Area. Field Report.- *The Anschutz Co., TAC Int. Rep., Archivo DRM-MOPC.* Asunción, 16p.
- COMTE, D. y HASUI, Y.** (1971): Geochronology of Eastern Paraguay by the potassium-argon method.- *Rev. Bras. Geoc.* 1: 33-43; Rio de Janeiro.
- DeMERSAY, A.** (1860): Histoire physique, economique et politique du Paraguay et établissements des Jesuits: Librairie de L. Hachete et Cie, 486 pag. Paris.
- DuGRATY, A.** (1865): La Republique de Paraguay, 2nd ed., Brussels, C. Muquardt, 407p.
- ECKEL, E.B.** (1959): Geology and Mineral Resources of Paraguay.- *A Reconnaissance.- U.S. Geol. Surv. Prof. pap.*, 327: 110 p., Washington.
- ENGLER, T.** (1991): Petrographische und geochronologische Arbeiteten in Ostteil des Rio Tebicuary-Kratons in Südost-Paraguay; *Diplom-Diss., Univ. Heidelberg.*
- GOLDSCHLAG, M.** (1913): Beitrag zur Kenntnis der Petrographie Paraguay und des angrenzenden Gebietes von Mato Grosso.- *Inaug. Diss.* 59p; Jena.
- GOLDSCHLAG, M.** (1913): Zur Petrographie Paraguays und Mato Grosso. *Mitt. Geogr. Ges.*, 3: 293-301; München.
- HARRINGTON, H.J.** (1950): Geología del Paraguay Oriental.- *Univ. Buenos Aires, Fac. Cienc. Exact. Fis. Nat., Contr. Cient. Serie E, Geología*, 1: 1-82p. Buenos Aires.
- HARRINGTON, H.J.** (1972): Silurian of Paraguay. In: *BERRY, W.B.N. & BOUCOT, A.J.* (ed.): Correlation of the South American Silurian rocks.- *Geol. Soc. Am., Spec. Pap.*, 133: 41 - 50; Boulder/ Col.
- HIBSCH, J. E.** (1891): Einige Gesteine aus Paraguay.- *Tschermaks Mineralog. Petrog. Mitt.*, 12: 253-255; Wien.
- HURLEY, P.M. et al.** (1967): Test on continental drift by comparison of radiometric ages.- *Science*. 157 (3788): 495-500; Washington.

- IRVINE, T.N. & FINDLAY, T.C.** (1972): Alpine-type peridotite with particular reference to the Bay of Islands Complex.- Publ. Earth Physics Branch Dept. Energy & Mines Res. Canada: **42**, 97-128.
- KANZLER, A.** (1987): The Southern Precambrian in Paraguay. Geological inventory and age relations.- Zbl. Geol. Paläont. Teil I, **7/8**: 753-765, Stuttgart.
- LOHSE, B.** (1990): Petrographische und geochronologische Erkenntnisse über den Westteil des Tebicuary Kratons in Südostparaguay. Diplom-Diss., Univ. Heidelberg, 103p.
- LOPEZ, O., GONZALEZ, E., DE LLAMAS, P., MOLINAS, A., FRANCO, E., GARCIA, S. & RIOS, E.** (1995): Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental; Proyecto de racionalización del uso de la tierra - Gobierno del Paraguay/ Banco Mundial/ Gobierno de Japón/ DMA - Servicio Geodésico Interamericano. 1 mapa, Asunción.
- MANIAR, P.D. & PICCOLI, P.M.** (1989): Tectonic discrimination of granitoids.- Geological Society of America Bulletin, **101**:635-643.
- MEINHOLD, K.D.** (1998): The Southern Precambrian Complex of Paraguay.- Terra Nostra **98/5**: 16 LAK, Bayreuth, p.108, Bayreuth.
- MEINHOLD, K.D., CUBAS, N. & GARCETE, A.** (en preparación): Note on the Southern Precambrian Complex of Paraguay.- Zbl. Geol. Paläont., Teil I, Stuttgart.
- MILCH, L.** (1895): Über Gesteine aus Paraguay.- Tschermaks Mineralog. Petrog. Mitt., **14**: 383-394, Wien.
- MÜLLER, P.** (1982): Von der CIPW-Norm ausgehende Berechnung von Mineralbeständen magmatischer Gesteine in Analogie zu der Modalzusammensetzung, plutonischer und vulkanischer Gesteine.- Geol. Jb., D **55**: 3-41.
- PALMIERI, J.H. y VELAZQUEZ, J.C.** (1982): Geología del Paraguay.- Ed. Napa, Ser. Cienc. Nat. Asunción, **B 967**: 65p.
- PLA, J.** (1985): La aventura mineralógica en el Paraguay, In: Estudios Paraguayos.- Rev. Univ. Cat. Ntra. Sra. de la Asunción. Vol. XIII, N° **1-2**, 333p.
- PROYECTO PAR 83/ 005** (1986): Mapa Geológico del Paraguay - PNUD - MDN. - Texto Explicativo, Asunción, 93p.
- PROYECTO PAR 86/ 003** (1989): Minerales no-metálicos y rocas de aplicación. - CNDRICH/ STP - PNUD/ DTCD, Asunción, 81p.
- PUTZER, H.** (1962): Die Geologie von Paraguay.- Beitr. reg. Geol. Erde, **2**: 182p.; Berlín (Borntraeger).
- RAMOS, V.** (1988): Late Proterozoic - Early Paleozoic of South America - a Collisional History.- Episod., Vol. 11, N°. **3**: 168-174.
- REDMONT, J.L.** (1979): Paraná-Basin, Paraguay: Tectonic and Hydrocarbons Potencial.- 4th Lat. Am. Geol. Congr., 8 + 4p., Trinidad & Tobago [Ms].
- SOARES, P.C.** (1991): Tectônica Sin-sedimentar Cíclica na Bacia do Paraná - Controles. Tese para Professor Titular, Universidad Federal do Paraná, 148p.
- SÖLLNER, F., LAMMERER, B., WEBER-DIEFENBACH, K. & HANSEN, B.T.** (1987): The Brasiliano Orogenesis: Age Determinations (Rb - Sr and U - Pb) in the Coastal Mountain Region of Espírito Santo, Brazil.- Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 1987 (**7/8**): 729-741; Stuttgart.
- SÖLLNER, F., MILLER, H., BRODTKORB, M. & HERVEN, M.** (1998): Confirmation of the subdivision of Cambrian/ Ordovician orogenia cycles (Pampean/Famatian) in South America by U-Pb determinations on zircons from igneous rocks.- Terra Nostra, **98/5**: 16 LAK, Bayreuth, 152-153.
- STRECKEISEN, A. L.** (1976): To each plutonic rock its proper name - Earth Sci. Reviews: **12**, 1-33.
- STRECKEISEN, A. L.** (1978): Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilite rocks.- Geol.Rdsch: **69**, **1**, 194-207.

- STRECKEISEN, A. L.** (1978): IUGS Sub-commission on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitite rocks. Recommendations and suggestions.- *N. Jb. Mineral*: **143**, 1-14.
- THE ANSCHUTZ CORPORATION (T.A.C)** (1981): Geologic Map of Eastern Paraguay, 1: 500.000 (compiled by F. Wiens), 1 map; Asunción.
- UNRUG, R.** (1996): The assembly of Gondwanaland - Scientific results of IGCP Project 288: Gondwanaland sutures and mobile belts.- *Episodes*: **19**, 1/2, 11-20.
- UNRUG, R., CASAING, C., FEYBESSE, J.L., GRESSE, P.G., POWEL, C.McA., SADOWSKI, G.R. & TACK, L.** (1996): Geodynamic map of the Gondwana supercontinent assembly <1:10.000.000>.- Pretoria (Council for Geoscience).
- VOGEL, P.** (1893): Reisen in Mato Grosso 1887/88.- *Z. Ges. Erdk., Ber.*; Berlín.
- WIENS, F.** (1982): Mapa Geológico de la Región Oriental, República del Paraguay, esc.1: 500.000.- *I. Simp. Rec. Natur. Paraguay*, 8p. + 1 maps; Asunción. [Ms].
- WIENS, F.** (1984): El Precámbrico Paraguayo.- *I. Simp. Nac. Geol.*, 7 + 2p. + 2 maps; Asunción.[Ms].
- WIENS, F.** (1986): Zur lithostratigraphischen, petrographischen und strukturellen Entwicklung des Rio-Apa-Hochlandes, Nordost-Paraguay. - *Clausth. geowiss. Diss.*, **19**: 280p.; Clausthal-Zellerfeld.
- WIMMENAVER, W.** (1984): Das prävariszische Kristallin im Schwarzwald.- *Exkursionsführer DGM-ÖMG-SMPG-Tagung. Exkursion C3 & C4*, p.71.