

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

Hoja **Caacupe** 5470

TEXTO EXPLICATIVO



Adela Dionisi

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

Asunción 1999

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

Hoja **Caacupe** 5470

TEXTO EXPLICATIVO

Adela Dionisi

corregido por

Narciso Cubas, María Eugenia González Nuñez
y Lucía de Figueredo

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

Asunción 1999

INDICE

1	Introducción	6
2	Geografía	6
2.1	Ubicación	6
2.2	Fisiografía	6
2.3	Hidrografía	7
3	Clima y Vegetación	8
4	Suelo	10
5	Sociología	10
6	Trabajos Geológicos Anteriores	10
7	Geología Regional	11
8	Estratigrafía	12
8.1	Grupo Paso Pindó	12
8.2	Suite Magmática Caapucú	13
8.2.1	Porfido de Granito (Tipo Fanego)	13
8.2.2	Riolita	13
8.3	Grupo Caacupé	14
8.3.1	Formación Paraguari	14
8.3.2	Formación Cerro Jhú – Tobatí (indiferenciado)	15
8.4	Grupo Itacurubí	16
8.5	Formación Arroyos y Esteros	18
8.6	Grupo Asunción	19
8.7	Suite Intrusiva Ñemby	21
8.8	Sedimentos Aluviales y Coluviales	22
8.9	Sedimentos de Planicies	22
9	Tectónica	22
10	Geología Histórica	23
11	Geología Económica	23
11.1	Materiales para Vidrio	23
11.1.1	Consideraciones sobre las areniscas de la Fm. Tobatí	25
11.2	Arcillas	25
11.3	Areniscas	27
11.4	Conglomerados	27
11.5	Puzolana	27
	Bibliografía	28

Siguiendo con el mapeamiento geológico, en ésta oportunidad corresponde a la hoja cartográfica 5470 "Caacupé" avanzar con las pautas para la sistematización del mapeo a escala 1 : 100.000 de todo el Paraguay.

La metodología aplicada se basa en una interpretación previa de imágenes satelitarias y fotografías aéreas, evaluación de los trabajos anteriores, levantamiento de campo, análisis de datos de perforaciones existentes en la zona como así también descripción petrográfica de muestras colectadas.

El área que abarca la hoja es de 2.765 km², cuya delimitación está dada por los meridianos 57° 00 - 57° 30, longitud W y los paralelos 25° 00 - 25° 30, latitud S, respectivamente.

La zona presenta una buena accesibilidad siendo su principal vía de acceso la ruta N° 2 "Mcal. José F. Estigarribia", la cual atraviesa la hoja de E-W.

Desde el punto de vista geológico el área de estudio presenta metasedimentos de la Fm. Cristo Redentor de edad Proterozoico Superior, rocas magmáticas de la Suite Caapucú de edad Eocámbrica-Cámbrica. Rocas sedimentarias del Paleozoico están representadas por el Grupo Caacupé con su unidad clástica la cual se inicia con conglomerados

(Fm. Paraguarí) y la secuencia de areniscas (Fm. C°. Jhú- Tobatí, indiferenciados), suprayaciendo ésta secuencia se encuentra el Grupo Itacurubí con sedimentos más finos y fosilíferos, sobre la que a su vez se depositan en discordancia erosiva las areniscas de la Fm. Arroyos y Esteros.

El Mesozoico en la hoja está representado por el Grupo Asunción, el cual se caracteriza por la deposición de material mal seleccionado e inmaduro.

El Cenozoico se halla presente en forma de diques alineados pertenecientes a la Suite Intrusiva Ñemby.

Los sedimentos del cuaternario ocupan una gran extensión de la hoja Caacupé, encontrándose como depósitos de pié de monte, suelos transportados y redepositados en zonas bajas.

Tectónicamente el Ciclo Brasileño es el evento formador de la Cuenca del Paraná en donde se deposita la secuencia paleozoica de la hoja.

Los recursos geológicos de interés económico se basan en la explotación de rocas utilizada en obras de ingeniería, arcillas en la industria cerámica y arenas en la fabricación de vidrio.

1 INTRODUCCIÓN

La Dirección de Recursos Minerales dependiente del Gabinete del Viceministro de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), conjuntamente con el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) de la República de Alemania, dentro del marco de la Cooperación Geológica Paraguayo-Alemana, vienen implementando un programa de mapeo geológico de hojas cartográficas a escala 1:100.000 del Paraguay Oriental.

Como continuación del mismo, el mes de junio de 1997 se iniciaron los trabajos de levantamiento de datos de campo de la Hoja Caacupé, a la escala arriba mencionada, culminando en febrero de 1998.

Previo al trabajo de campo, como así también paralelo al mismo, se realizaron las consultas bibliográficas, análisis e interpretación de imágenes satelitarias, y fotografías aéreas de la región.

El trabajo de campo, consistió en medición de estructuras, descripción litológica, recolección de muestras.

Posteriormente, se estudiaron láminas de rocas, confeccionadas en los laboratorios de la Dirección de Recursos Minerales y de la BGR.

2 GEOGRAFÍA

2.1 UBICACIÓN

La Hoja N° 5470 "Caacupé" abarca parte del III Departamento de la Cordillera, IX Departamento de Paraguari, XI Departamento Central y el XV Departamento de Pte. Hayes.

Esta Hoja limita al **N** con la Hoja 5471 "Puerto Victoria", al **S** con la Hoja 5469 "Paraguari", al **W** con la Hoja 5370 "Asunción" y al **E** con la Hoja 5570 "Itacurubí de la Cordillera" y abarca una superficie de 2.765 Km².

El área en estudio se halla ubicada entre 57°00' - 57°30' de longitud W y 25°00' - 25°30' de latitud S (UTM 450.000-500.000 E / 7.180.000-7.235.000) (Fig. 1).

Presenta una buena accesibilidad, su principal vía de acceso es la Ruta N° 2 "Mcal.

José Félix Estigarribia", la cual cruza la Hoja de E a W, uniendo ciudades importantes como ser Capiatá, Itaugua, Ypacaraí y Caacupé.

Existen otros caminos de accesos en muy buen estado de conservación, algunos de ellos asfaltados, otros empedrados y enripiados, tales como los accesos a las ciudades de San Bernardino, Altos, Tobatí, Atyrá, Limpio, Emboscada, Luque, Arroyos y Esteros, Piquete Cué y Pirayú.

Prácticamente todos los lugares altos son accesibles por camino de tierra durante el año, no así las zonas bajas, como ser el entorno de los Cerros Mainumby, Aparipy, Compañía Acevedo al N E de la hoja, el Valle formado por los ríos Manduvirá e Yhaguy y el Arroyo Jhú al E de la misma y el valle del Lago Ypacaraí en el centro de la hoja.

2.2 FISIOGRAFÍA

El área que abarca la Hoja Caacupé presenta una fisiografía variada, destacándose en la misma, zonas de planicies, áreas elevadas y terrazas intermedias (Fig. 2).

La planicie esta conformada por áreas de inundación del Río Paraguay, los arroyos Piribebuy, Atyrá, Tobatí y Yhú, los cuales se presentan como humedales. En la planicie resaltan algunos cerros aislados, tales como el Cerro Gral. Caballero (Aparipy) de aproximadamente 123 m de altura y el Cerro Cañada Domínguez de 160 m, otras elevaciones se hallan en las compañías Mainumby y Acevedo con elevaciones que promedian los 100 m de altura.

Otra planicie de gran extensión, ubicada al sur de la hoja es la formada por las planicies de inundación de los Ríos Paraguay y Salado, el Lago Ypacaraí y sus colectores (Arroyos Yaguá Resa-ú, Ypucú, Pirayú y Peña). En esta planicie se destaca el Cerro Peró, con elevación aprox. de 162 m de altura.

La Serranía de los Altos cruza la hoja de NW a SE, delimitando con pronunciados barrancos las planicies anteriormente citadas. Esta serranía presenta en la Compañía Pte. Franco picos que superan los 400 m, otros picos importantes constituyen el Cerro Vera, con 400 m de altura, Cerro Aquino, con 350 m, Cerro Itatí, con 350 m y el Cerro Aguaity,

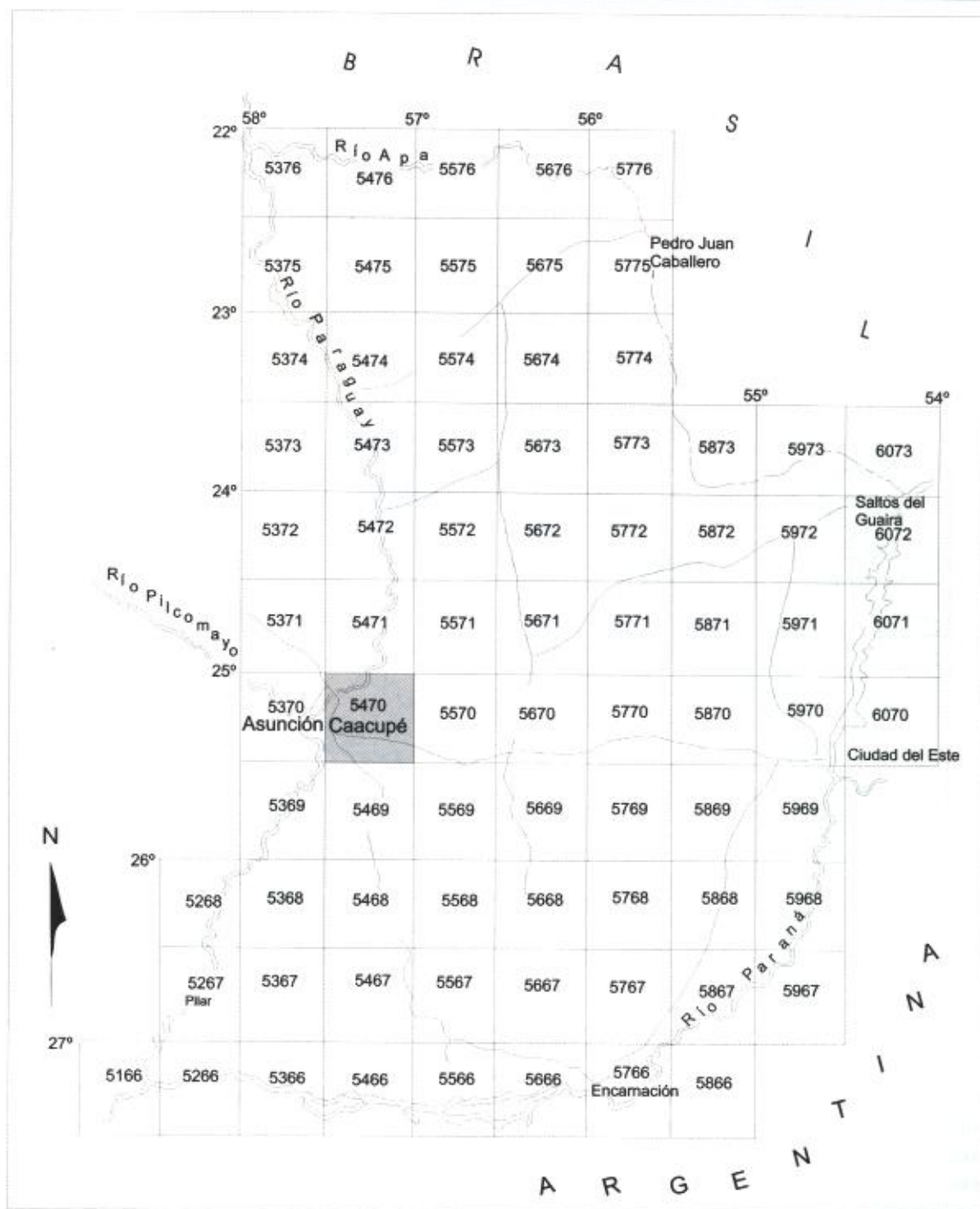


FIG. 1: MAPA DE UBICACIÓN DE LA HOJA 5470 "CAACUPE"

con 280 m, todos ellos ubicados al SE de la hoja.

2.3 HIDROGRAFÍA

El Río Paraguay con sus afluentes, los ríos Salado, Manduvirá, el Arroyo Piribebuy, el Lago Ypacaraí y un gran número de colectores son los elementos hidrográficos más resaltantes de la región. Extensas planicies

sujetas a inundaciones bordean especialmente a los Ríos Paraguay, Salado, Manduvirá y al Arroyo Piribebuy, éstos fluyen con dirección preferencial N-W.

Los colectores del Arroyo Piribebuy presentan una dirección de flujo en sentido N-E, no así los del lago Ypacaraí que presentan dirección de flujo hacia el W, ya que la Cordillera de los Altos actúa como un divisor de aguas.

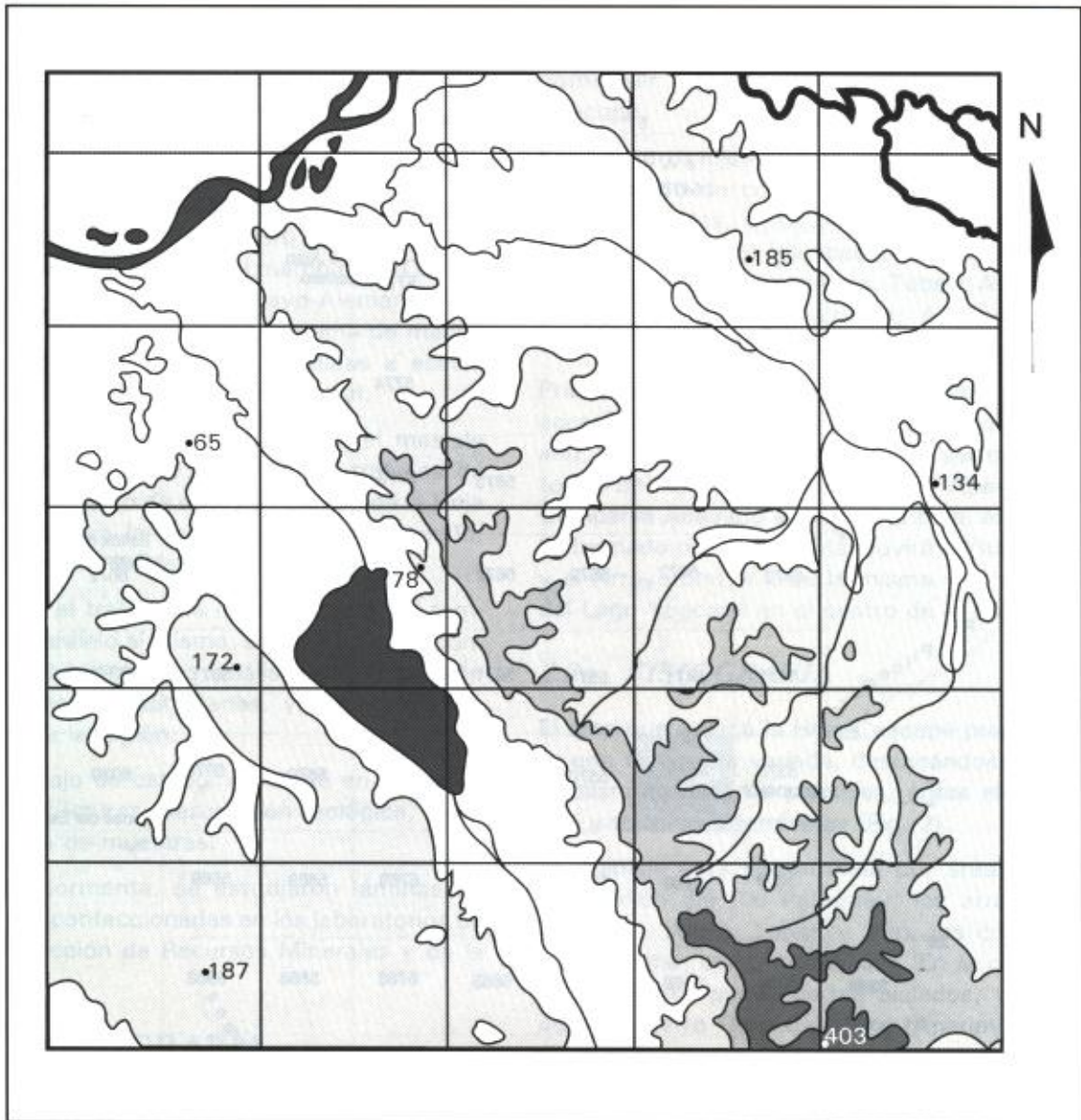


FIG. 2: GUIA DE ELEVACION DE LA HOJA CAACUPE. REF. CARTA TOPOGRAFICA 5470 Es. 1: 100.000

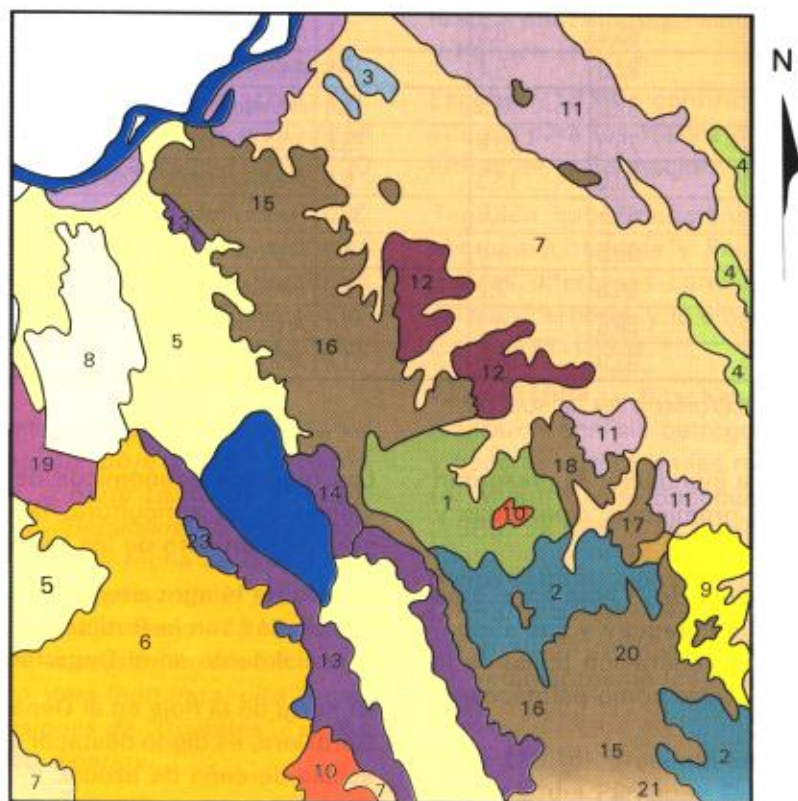
El conjunto de estos cauces definen un drenaje que por su disposición geométrica corresponde al Sistema Integrado, es decir, que existe una conexión de todos y cada uno de los canales o cauces de escorrentía, tributarios y ríos para formar una red hidrográfica completa.

Los tributarios de 1er. orden con relación al cauce principal (Río Paraguay), presentan distribución paralela, lo cual indica una pendiente regional hacia el N, siendo el drenaje característico de rocas sedimentarias interestratificadas, en cambio los tributarios de 2do. orden presentan una disposición sub paralela.

3 CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima de la región es subtropical húmedo, con temperatura media anual del aire de 28°C y precipitación media anual de 1.800 mm, siendo los meses de octubre a mayo el periodo de mayor precipitación pluvial, según datos del Boletín Climatológico de la Dirección de Aeronáutica Civil y la Dirección de Meteorología e Hidráulica.

Las zonas elevadas desarrollan una vegetación arbórea a arbustiva, en partes se presenta como densos bosques, especialmente cerca de los cursos de agua, desarrollando una vegetación en galería.



ORDEN	N°	SUBDIVISION TEXTURAL	PAISAJE	MATERIAL DE ORIGEN	RELIEVE %	DRENAJE	ROCOSIDAD	SUB-GRUPO
ULTISOL	1	ARENOSA	LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	ARENIC TYPIC
ULTISOL	2	FRA. FINA A GRUESA	LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	RHODIC MOLLIC
ULTISOL	3	FRA. GRUESA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	TYPIC
ULTISOL	4	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	TYPIC
ALFISOL	5	ARCILLOSA FINA	LLANURA	SEDIMENTO ALUVIAL	0 - 3	POBRE	NULO	TYPIC
ALFISOL	6	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	RHODIC
ALFISOL	7	FRA. FINA A, MUY FINA	LLANURA	SEDIMENTO ALUVIAL	0 - 3	INUNDADO	NULO	AQUIC TYPIC
ALFISOL	8	FRA. GRUESA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	MOLLIC
ALFISOL	9	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	MOLLIC
ALFISOL	10	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	MOLLIC
ALFISOL	11	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	TYPIC
ALFISOL	12	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	TYPIC
ENTISOL	13	-----	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	TYPIC
ENTISOL	14	-----	LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	LITHIC
ENTISOL	15	-----	LOMADA	ARENISCA	3 - 8 8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC TYPIC
ENTISOL	16	-----	SERRANIA	ARENISCA	>de 15	BUENO	FUERTE	LITHIC
ENTISOL	17	-----	LOMADA	ARENISCA	3 - 8 8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC
ENTISOL	18	-----	LOMADA	ARENISCA	3 - 8 8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC
ENTISOL	19	-----	LOMADA	ARENISCA	8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC TYPIC
ENTISOL	20	-----	LOMADA	ARENISCA	8 - 15	EXCESIVO	MODERADO	LITHIC
ENTISOL	21	-----	SERRANIA	ARENISCA	8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC
ENTISOL	22	-----	LLANURA	SEDIMENTO ALUVIAL	0 - 3	MUY POBRE	NULO	AQUIC TYPIC
ENTISOL	23	FRANCOSA	SERRANIA	ARENISCA	8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC

FIG. 3: MAPA TAXONOMIC DE SUELOS DE LA HOJA CAACUPE. REF. LOPEZ et al 1995

DISTRITOS	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	SUELOS	PH
Cabañas	85.0	6.5	7.5	Arenoso Franco	6.0 Acidez media.
Atyra	87.0	5.4	7.5	Arenoso	5.7 Acidez media.
Atyra (San Vicente)	82.0	9.5	8.4	Arenoso Franco	5.4 Ácido
Arroyos y Esteros	75.3	10.8	13.8	Arenoso Franco	5.7 Medio
Arroyos y Esteros	80.0	13.3	6.6	Arenoso Franco	5.9 Medio
Tobatí	63.5	6.6	30.0	Franco Arcillo Arenoso	5.0 Muy Ácido
Piribebuy	95.0	1.0	8.2	Arenoso	4.8 Muy Ácido
San Bernardino	86.6	2.2	8.2	Arenoso Franco	6.0 Medio
Altos	86.6	6.3	7.1	Arenoso Franco	6.1 Ácido Débil
Loma Grande	93.0	56.0	1.4	Arenoso	6.9 Ácido Débil

TABLA 1: ANALISIS TEXTURAL Y PH DE SUELOS

Los valles sujetos a inundaciones presentan gran desarrollo de gramíneas, ciperáceas y camalotes.

En el extremo superior de la hoja en el área de influencia del Río Paraguay y sus afluentes, se destaca una vegetación típica de la Región Occidental, tales como palmáceas y aromitáceas.

4 SUELOS

En relación al suelo en el área de la Hoja Caacupé se pueden distinguir 2 zonas, diferenciadas por sus caracteres morfológicos, la primera al NE, donde alternan topografías planas con numerosos esteros, los cuales son en general aptos para la ganadería y la segunda zona se extiende a lo largo de la Cordillera de los Altos, presentando un terreno ondulado apropiado para la agricultura.

Se ha realizado análisis textural de los suelos en algunas localidades, como así también determinación de Ph. en los mismos (Tabla 1). El ph del suelo tiene gran influencia en el crecimiento de las plantas durante el proceso de asimilación de nutrientes.

5 SOCIOLOGÍA

La Hoja Caacupé constituye una de las zonas de mayor densidad poblacional del país, siendo la misma de 352 habitantes por km² en el Dpto. Central y de 30 a 45 habitantes por km² en el Dpto. de la Cordillera. (Comp. Estad.1995), debido a su proximidad a la capital del país, donde se halla la mayor fuente de trabajo y grandes centros educativos.

Los recursos económicos de la región provienen de la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento de los recursos naturales.

Dentro de la agricultura, los rubros más desarrollados son la fruticultura y horticultura, especialmente en el Departamento Central.

Al norte de la hoja en el Departamento de la Cordillera, es digno destacar el cultivo a gran escala de caña de azúcar.

En las localidades de Ypacaraí, Caacupé y Pirayú la avicultura es la actividad alternativa de la población.

La explotación de rocas para materiales de construcción constituye una importante fuente de ingreso para habitantes de la zona. Las rocas se emplean principalmente como piedra bruta y roca de ornamental, en tanto que las gravas además de ornamentación se utiliza para filtros en pozos artesianos y en la fabricación de pisos.

Es importante mencionar el aprovechamiento de ríos y arroyos para la actividad pesquera y turística. Esta última se desarrolla principalmente en el entorno de la Cordillera de los Altos y el Lago Ypacaraí.

6 TRABAJOS GEOLÓGICOS ANTERIORES

De Mersay (1.860), Du Graty (1.865), Vogel (1.893), Milch (1.895) y Carnier s/n (1911) fueron los primeros en realizar observaciones geológicas en Paraguay. Los trabajos descriptivos, estructurales y de interpretación estratigráfica regional, más importantes fueron realizados por Harrington (1950/

1972), Eckel (1956), Putzer (1962) y Anónimo (1966).

Resultados de los trabajos de prospección realizados por la Empresa The Anschutz Co. (1978-1982) han sido los mapas geológicos del Paraguay Oriental, a escalas (1:500.000 y 1:200.000).

El Proyecto PAR 83/005 (1986), a través de un programa conjunto entre la República del Paraguay y la Organización de las Naciones Unidas ha elaborado el mapa geológico del Paraguay a escala 1:1.000.000.

Las rocas sedimentarias aflorantes en el área de la hoja fueron objeto de estudios paleontológicos. A partir Du Graty (1.865), quien en su obra "República del Paraguay" mencionó que hasta la fecha de edición de su libro, no existía ningún trabajo publicado sobre fósiles en el país. Beder (1918) habla de las primeras impresiones fósiles en el país. Robustiano Vera (non data) citó la presencia de impresiones de "trilobites" en las arcillas del Cerro Aparipy.

Conradi (1938), publicó un artículo con el título de "Cariy Loma Playa Fósil del Devónico Paraguayo" y a partir de ésta publicación quedaron descubiertas numerosas formaciones sedimentarias fosilíferas.

Harrington (1950), describió una gran variedad de fósiles, determinando la presencia de pelecípodos, trilobites y braquiópodos, basado en las investigaciones y exploraciones realizadas por Boettner (1940-1944).

En 1957 llegaron al Paraguay los Profs. Bentz y Putzer, acompañados de varios expertos, entre ellos el paleontólogo Wolfart (1957-1960), quien en 1961 publicó el resultado de sus observaciones.

El Departamento de Geología y Laboratorio del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, en Anónimo (1966), (Cuadrículas 40 ITA y 41 CORONEL OVIEDO), en los cuales mencionan la presencia de fósiles.

Vera Morínigo y Facetti (1970), dieron a conocer nuevas localidades fosilíferas silúricas.

Harrington (1972), publicó una detallada descripción de las unidades asignadas hasta entonces al Silúrico Paraguayo.

Más aportes a la Paleontología han sido realizados por Fulfaro y Palmieri (1976) y Baldis y Hansen (1977).

Escobar (1978), confirmó la edad silúrica inferior para los fósiles encontrados en las lutitas de la Formación Vargas Peña.

También cabe mencionar los trabajos de Micropaleontología y Palinología realizados por las diferentes compañías exploradoras de hidrocarburos y la empresa The Anchutz Co. (1977-1983).

Wiens (1984) y Bitschene & Lippol (1986) realizaron análisis petrográfico, geoquímico y geocronológico en las rocas del basamento. Mientras que Bitschene y Báez Presser (1989) se dedicaron a rocas alcalinas.

Spinzi (1983), Gómez (1991), Wiens et al. (1993) y Bartel (1994) describieron las características petrográficas y tectónicas de los sedimentos de los alrededores de Asunción.

Orué (1996) presenta una síntesis de la Geología del Paraguay Oriental con énfasis al magmatismo alcalino.

7 GEOLOGÍA REGIONAL

Geológicamente el área de estudio se encuentra al norte del Subcratón del Río Tebicuary, constituida por rocas antiguas, que afloran desde San Juan Bautista hasta Villa Florida. Esta unidad compuesta principalmente por rocas metamórficas de edad precámbrica inferior y hasta más antigua (Cubas et al. 1998) corresponde al denominado Complejo Basal del Río Tebicuary (Wiens 1984).

Discordantemente sobrepuesta a las rocas del Complejo del Río Tebicuary se encuentran los metasedimentos del Grupo Paso Pindó, probablemente de edad Proterozoico Medio. Las unidades anteriormente mencionadas son intruidas y cubiertas por rocas máigmatas ácidas a intermedias de la Suite Magmática Caapucú, pertenecientes a la fase postectónica, de edad Eocámbrico-Cámbrico (Bitschene & Lippolt 1986), Cubas et al. (1998).

La unidad sedimentaria paleozoica se halla constituida por una secuencia clástica, depositadas en ambiente fluvial costero a ma-

rino. La depositación de estos sedimentos se inicia a partir del Ordovícico Superior al Silúrico Superior-Devónico?.

La secuencia permocarbonífera suprayacente, depositada en suave discordancia erosiva y angular sobre las rocas del Paleozoico Inferior, presenta características relacionadas a ambiente glacial (Formación Coronel Oviedo). En tanto que la unidad superior, está constituida principalmente de sedimentos areno-siltíticos, depositados en ambientes continentales costeros y marino raso (Grupo Independencia).

La estructura tectónica resaltante ubicada al sur del área de la hoja es denominado Rift de Asunción. Esta estructura del tipo Graben originada a partir del basculamiento de bloques desarrolla el Valle de Acahay. El mismo es aprovechado para depositación de rocas sedimentarias jurásicas-cretácicas, mientras que las estructuras sirvieron de conductos a la intrusión de rocas ígneas alcalinas.

Gran parte de la zona se halla cubierta por sedimentos recientes no consolidados, principalmente pie de monte y planicies de inundación.

8 ESTRATIGRAFÍA

8.1 GRUPO PASO PINDÓ (PZ)

Harrington (1950/1956) fue el primer autor en mencionar la presencia de metasedi-

mentos de los alrededores del Cerro Cristo Redentor, describió la presencia de areniscas lutíticas que subyacen a varvitas, atribuyéndoles una edad Pérmica.

Eckel (1959), emplea por primera vez la denominación "Grupo Paso Pindó" para señalar el paquete de rocas metasedimentarias que afloran al noreste de la ciudad de Villa Florida, en las cercanías de la Estancia Paso Pindó.

Más tarde Putzer (1962) describió la secuencia como pizarras oscuras, finamente estratificadas, algo arenosas y cuarcitas claras infrayacentes, asignándoles una edad precámbrica inferior.

Orué (1996) interpretó la unidad como perteneciente a una secuencia vulcano sedimentaria, basándose en estudios petrográficos.

El Grupo Paso Pindó (pz) aparece en el área del mapa geológico de Caacupé, constituido por sedimentos de granulometría fina a muy fina y se halla expuesto en la base de la Serranía de los Altos, en una localidad ubicada entre las compañías Cerro Vera y Costa Jhú. Otra localidad de afloramiento importante se halla en las proximidades del pueblo de Pirayú, en donde se observa el contacto del grupo con las riolitas de la Suite Magmática Caapucú.

Las rocas del Grupo Paso Pindó consisten de sedimentos moderadamente metamorizados y altamente tectonizados (plegados y fallados), asociados al Ciclo Tectónico Brasileño (580 a 590 m.a.; Soller et. Al. 1987 en Englan, 1991). Los mismos se depositan en la fase sedimentaria inicial del ciclo y son estructurados y metamorizados durante la etapa de apogeo del ciclo.

Los metasedimentos de este grupo en la Hoja Caacupé pertenecen a la Formación Cristo Redentor, definida en la Hoja Paraguari (Foto 1).

Petrografía: Estas rocas corresponden a siltitas finas, micro-laminadas,



FOTO 1: METALUTITAS DE LA FORMACION CRISTO REDENTOR. COORD. UTM. 0482802 E - 7183590 N

afectadas por moderado metamorfismo, que en la lamina presenta minerales de sericita y agregados cuarzo feldespático. La sericita se halla dispuesta paralela a la esquistocidad, encontrándose laminaciones ricas en limonita, asociadas con granos gruesos y acompañados con pequeñas placas de micas claras (muscovita), de aproximadamente 0,03 mm. Esta laminación en partes presenta crenulación y es atravesada por fracturas verticales a la esquistocidad, producidas por tectonismos posteriores.

8.2 SUITE MAGMÁTICA CAAPUCÚ

Inicialmente las rocas magmáticas de ésta unidad han sido divididas por Kanzler (1987) en cuatro diferentes tipos: (Granitos Barrerito, Jhú, Casualidad y Charará).

En concordancia con Kanzler (1987), la mayor parte de éstas denominaciones ha sido mantenida por el equipo de mapeo de la Hoja Villa Florida (Cubas et al., 1997), ya que se han individualizado los mismos tipos de rocas en función a sus características petrográficas y/o ocurrencias de campo.

Las características petrográficas de las rocas de la Suite Magmática Caapucú son debido a los diferentes niveles de emplazamiento (batolitos, stoks, diques, y capas de lavas), en los cuales las intrusiones y extrusiones de magma ocurrieron mas o menos al mismo tiempo, pero en diferentes pulsos, al final del Proterozoico Superior e inicio del Cámbrico.

8.2.1 Porfido de Granito (Tipo Fanego)

En la localidad de San Bernardino, en contacto discordante con conglomerados suprayacentes del Grupo Caacupé, afloran rocas subintrusivas hipoabisales, de color rosado a gris, de textura porfirítica, normalmente en estado de alteración (Foto 2).

Petrografía: Este material se presenta al microscopio como roca cristalina de textura porfirítica, con fenocristales de cuarzo, plagioclasa y biotita. La plagioclasa se encuentra alterada y presenta una pigmentación oscura, en parte rica en sericita y clorita. La biotita ocurre en granos aislados y gene-

ralmente está reemplazada por clorita. La matriz es de grano fino, xenomórfica, compuesta por pequeños granos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Como minerales accesorios ocurren epidota y fluorita, esta última de color violeta.

8.2.2 Riolita

En la localidad de Pirayú se hallan expuestas rocas riolíticas, de color generalmente gris oscuro, marrón rojizo y rosado. Estas poseen textura porfirítica, con gran predominancia de la matriz sobre los fenocristales de cuarzo y feldespato. Dicha matriz es afanítica compuesta de minerales micro-criptocristalinos de cuarzo y feldespato (Foto 3).

Petrografía: Esta roca presenta textura piroclástica, con fenocristales de feldespato, cuarzo y fragmentos líticos. Los feldespatos son subhedrales a anhedrales, se encuentran alterados a sericita y minerales arcillosos, algunos fenocristales presentan crecimiento gráfico con cuarzo. El cuarzo se presenta en forma anhedral con bordes corroí-



FOTO 2: ROCA GRANITICA DE LA SUITE MAGMATICA CAAPUCÚ.
COORD. UTM. 0469213 E - 7201297 N



FOTO 3: TOBA RIOLÍTICA. AFLORAMIENTO UBICADO EN YPACARAI. CANTERA M.O.P.C.

dos, a veces totalmente fragmentado, como así también el feldespato. Entre los fragmentos líticos se encuentran: metasiltitas, posiblemente arenisca y dacita (?). Las metasiltitas presentan clivaje y están compuestas por cuarzo, muscovita y clorita. Las areniscas contienen granos irregulares de cuar-



FOTO 4: CONTACTO DE CONGLOMERADO PARAGUARI CON GRANITOS DE LA SUITE MAGMÁTICA CAAPUCU. COORD. UTM. 0469552 E - 7201255 N

zo, epidota y minerales opacos. Los fragmentos de dacita (?) presentan minerales de feldespato (plagioclasa) y ferromagnesianos alterados. Como minerales secundarios se observan carbonato, biotita y clorita, además de circón como accesorio. Todos éstos componentes se encuentran incluidos en una matriz con arreglo esferulítico (compuesto por finos agregados cuarzo-feldespático con disposición radial), polvo vítreo, cuarzo astilloso y material micáceo

muy fino diseminado. La matriz exhibe en partes estructura fluidal con porciones microgranulares, compuestos por cuarzo recristalizado. De acuerdo a su composición se clasifica como una Toba riolítica.

8.3 GRUPO CAACUPÉ

Este Grupo ha sido descrito por Harrington (1950) como Serie Caacupé, dividiéndolo en conglomerado Paraguari y areniscas Piribebuy.

Harrington (1956) cambia la denominación anterior por Grupo Caacupé, y Harrington (1972) subdivide al grupo en tres unidades, las cuales fueron utilizadas en trabajos posteriores.

- Areniscas de Tobatí
- Areniscas de Cerro Jhú
- Conglomerado de Paraguari

8.3.1 Formación Paraguari

Consiste en un paquete sedimentario clástico, formado principalmente de conglomerado con intercalaciones de areniscas arcóscicas, las cuales son más frecuentes en la parte superior de la formación, siendo esta la característica transicional a la unidad superior.

Los afloramientos más resaltantes aparecen en la base de la Serranía de los Altos, en general son cuerpos pequeños, que subra-

yasen en forma subhorizontal al basamento cristalino de la Suite Magmática Caapucú, lo cuál es observado en San Bernardino, (Foto 4). En otros puntos los conglomerados afloran discordantes al Grupo Paso Pindo con espesores de algunos centímetros a 1 metro.

Litológicamente estos conglomerados son oligomícticos y se caracterizan por poseer clastos de cuarzo de veta predominantes y en menor proporción clastos de pórfido cuarcífero. Los clastos se presentan generalmente redondeados a esféricos.

Las arcosas constituyen componentes litológicos menores asociadas a los conglomerados, de granulometría mediana a gruesa, mal seleccionados, presentan estratificación cruzada acanalada.

La edad de la Formación Paraguari es definida en forma relativa, tomando como base los fósiles presentes en las lutitas superiores, datadas del Llandoveryano (Climacograptus innotatus brasiliensis). La edad de la sedimentación de estos conglomerados es atribuida al Caradociano (Graham, 1992). La depositación se realiza en un ambiente continental de abanicos aluviales, asociados a sistemas de ríos entrelazados.

8.3.2 Formación Cerro Jhú – Tobatí (indiferenciado)

La denominación de formaciones fue propuesta por Harrington (1972). Cerro Jhú Sandstone y Tobatí Sandstone son sinónimos de "Areniscas Piribebuy" Harrington (1950), "Sandstein von Caacupé" Wolfart (1961) y "Arkosie Sandstone/White Sacharodial Sandstone" Eckel (1959).

Afloramientos de esta unidad aparecen cruzando la hoja dirección NW-SE. Está se halla constituida esencialmente de areniscas feldespáticas, homogéneas de colores claros, de granos redondeados y escaso ce-



FOTO 5: ARENISCAS CON ESTRATIFICACION CRUZADA E INTERCALACIONES DE LUTITAS- COMPAÑIA COLON . COORD. UTM. 0472061 E - 7802454 N

mento, localmente se hallan intercalas con arcillitas y siltitas. En general las areniscas se presentan en espesas camadas, en algunos casos con estratificación cruzada sigmoidal, en otros plano paralela y en algunos casos hasta laminadas.

Petrografía: Esta unidad consiste de areniscas conglomerádicas, de granos subangulosos a subredondeados, mal seleccionados. Presenta principalmente minerales de cuarzo en un 75%, en algunos casos estos presentan bordes decrecimiento y en otros son policristalino, además 5% de feldespato y 20 % de minerales arcillosos, estos últimos en forma de matriz (trazas de mica, circón y turmalina).

Inmediatamente en contacto con la Formación Paraguari esta secuencia presenta areniscas cuarzo feldespáticas de grano grueso a medio, intercalada con niveles conglomerádicos, conteniendo esta parte inferior predominantemente granos mal seleccionados y niveles de material ferruginoso.

En la parte media a superior las areniscas se presentan dispuestas en camadas lenticulares y con carácter granulométrico gradacional (Foto 5). Esta gradación pasa de conglomerados finos en la base, a areniscas y siltitas arcillosas en el techo. En la Compañía Colón de San Bernardino, estas areniscas se caracterizan por su estratificación cruzada, con ordenamiento grano decreciente.



FOTO 6: ARENSICAS TOBATÍ, CON ESTRUCTURA SIGMOIDAL.
COORD. UTM. 0466857 E - 7224089 N

En gradación vertical y horizontal las Areniscas Cerro Jhú basan a areniscas sacaroidales, de colores blanco amarillento, de granulometría media a fina. La ausencia de cemento en estas areniscas favorece la friabilidad y presenta las mismas características sacaroidales. Aproximadamente a 10 km. de Caacupé, hacia la ciudad de Tobatí, estas areniscas sacaroidales presentan granulometría gruesa. En el afloramiento las capas arenosas se hallan dispuestas buzando en dirección SE.

En otras localidades el mismo conjunto constituye areniscas de grano fino, cuarzosas, de color blanco, friables, con escaso cemento caolinítico. Las mismas se presentan en capas gruesas, buzando al SE, presentando localmente estratificación cruzada.

Se sugiere para la Formación Tobatí un ambiente deposicional de aguas marinas poco profundas, aunque no se descarta que parte de la misma podría ser de origen fluvial (Foto 6).

8.4 GRUPO ITACURUBÍ

Beder e Windhausen (1918), fueron los pioneros en estudios geológicos y paleontológicos respectivamente, en las sedimentitas que posteriormente Harrington (1958) deno-

minó Serie Itacurubí. El mismo autor incluye en este grupo a las arcillas encontradas en la cantera Vargas Peña, como así también las areniscas intercaladas con arcillas, que afloran en las proximidades de la ciudad de Eusebio Ayala.

Harrington (1956) designó con el nombre de Grupo Caacupé a toda la secuencia Silúrica y mantuvo la edad Devónica para el Grupo Itacurubí, siendo aceptada ésta por Eckel (1959).

Según Wolfart (1962) la parte superior de esta unidad se halla constituida por areniscas finas a medias, intercaladas con arcillas y siltitas. Este autor atribuyó un origen marino y una edad Llandoveryana a las mismas, esto último debido a su contenido fosilífero, denominándolas como areniscas Cerro Perro.

Edad	Wolfart (1961)	Harrington (1950-1956)		Edad
Llandoveryano inferior	Arenisca del Cerro Perro	Grupo Itacurubí		Devónico inferior
	Lutitas de Vargas Peña			
	Arenisca de Eusebio Ayala			
Llandoveryano inferior?	Arenisca de Caacupé	Arenisca de Piribebuy	Grupo Caacupé	Silúrico inferior
Ordovícico?	Conglomerado basal	Conglomerado de Paraguari		
	Precámbrico?	Proterozoico (?) y Arqueozoico (?)		

TABLA 2

Formaciones según Harrington (1.972)	Formaciones según otros autores	
Arenisca Cariy (no menos de 100 m. de espesor; ambiente marino, probablemente nerítico a subproximal).	Areniscas del Cerro Perro y parte de las Areniscas de Eusebio Ayala.	Grupo Itacurubí (300-350m. de espesor Llandoveriano inf.).
Lutita Vargas Peña (10-20 m. de espesor; ambiente marino, probablemente somero, nerítico proximal).	Lutita Vargas Peña	
Arenisca Ayala (200-250 m. de espesor; probablemente nerítico a sublitoral).	Areniscas de Eusebio Ayala.	
Arenisca Tobati (150-200 m. de espesor, ambiente marino somero, en parte fluvial).	Parte superior de las Areniscas de Caacupé y de Piribebuy.	Grupo Caacupé (700-750 m. de espesor; Llandoveriano inf.).
Arenisca Cerro Jhú (450-500 m. ; ambiente marino somero).	Parte inferior de las Areniscas de Caacupé y de Piribebuy.	
Conglomerado Paraguari (Fluvial).	Conglomerado basal.	

TABLA 3

Las consideraciones de Harrington (1950 y 1956) con Wolfart (1961) y Harrington (1972) con otros autores, son resumidas en los tablas 2 y 3:

Las denominaciones de Harrington (1972) fueron aceptadas e utilizadas por varios autores posteriores Proyecto PAR 83/005 (1986); Escobar (1987); Ciguel et al. (1987); Ciguel (1988); Ciguel e Orué (1990) y Dyck (1991).

Orué et al. (1992) modificó la estratigrafía del Grupo Itacurubí, reconociendo tres unidades, la inferior y superior diferentes a aquellas propuestas por Harrington (1972). Este autor sugirió para las rocas del área de las Cordillera, la denominación de Eusebio Ayala, el cual engloba las formaciones Vargas Peña y Cariy y las formaciones Boquerón e Isla Pucú, como unidades inferior y superior respectivamente componentes del Grupo Itacurubí.

Los trabajos realizados en la Hoja Caacupé, definen al Grupo Itacurubí como una secuencia compuesta areniscas micáceas, arcillosas bien estratificadas, de granulometría fina a muy fina, principalmente en la parte superior y con abundante material fosilífero e icnofósiles (Foto 7).

Petrografía:

- 1 Areniscas de grano fino de escasa porosidad, espacios ocupados por minerales de hierro, tamaño de granos de 0,15 mm, subangulares, muy bien seleccionados. El contenido minerales es de 70% de cuarzo, 5% de mica y 25% de minerales opacos, como elementos trazas se observan feldespatos alcalinos, turmalina y circón.
- 2 Limonitas de grano medio (0.023 mm), de granos subangulares a subredondeados, con muy buena selección, granos en contacto sutural, porosidad > 3 %. El contenido mineral se resume en 95% de cuarzo, escaso cemento, pequeña cantidad de feldespato alterado, elementos trazas de turmalina, mica y circón.

Las estructuras de deposición indican un ambiente marino muy raso algo regresivo, con influencia litoral. Estas características pueden ser apreciadas claramente en la Estancia Ypecúa, donde areniscas se hallan intercaladas con lutitas. Otra localidad ubicada al W del Valle de Ypacaraí muestra lutitas micáceas blancas, a veces teñidas de amarillo pardo y rojo como componentes de la misma unidad (Foto 8).



FOTO 7: ARENISCAS FOSILIFERAS CON INTERCALACIONES DE LUTITAS. GRUPO ITACURUBI. COORD. UTM. 0482758 E - 7228259 N

Bioestratigráficamente la secuencia silúrica en el Paraguay Oriental se caracteriza por su alto contenido fosilífero. El contenido fosilífero de los tipos Graptolites, Trilobites, Bivalvos, Gastrópodos, permite ubicar éstos sedimentos en el Llandoveryano (Silúrico Inferior). La identificación de *Climacograptus innotatus brasiliensis* y *Climacograptus modestus*, confirman ésta edad (Escobar 1978). Además la presencia de ejemplares de Cricoconáridos, en especial la abundancia de *Tentaculites* asociado a la granulometría del sedimento indica un ambiente de depositación marino somero, de plataforma altamente estable. Otra característica resaltante radica en la presencia de pocas formas mutantes o biológicamente es-

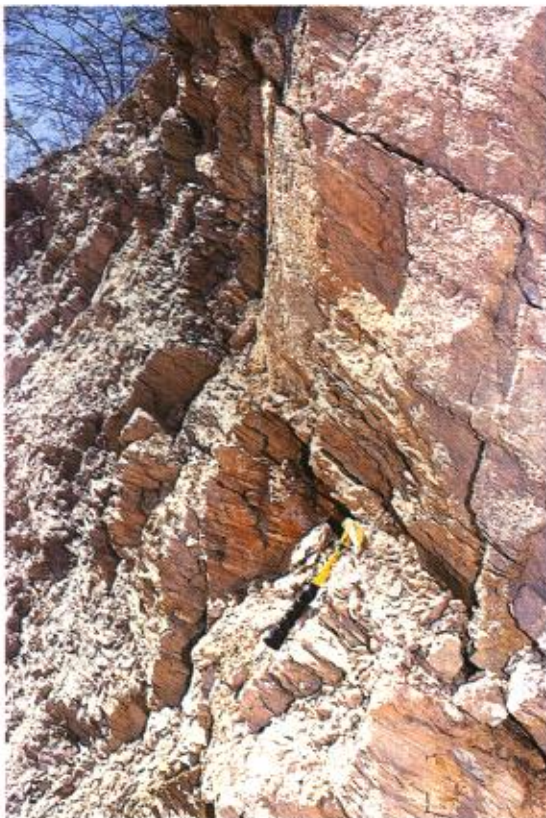


FOTO 8: LUTITAS FOSILIFERAS DEL GRUPO ITACURUBI. COORD. UTM. 46692 E - 19302 N

tables y frágiles, evidenciado por la presencia de Archeocyatidos, lo que indica tranquilidad ambiental.

La presencia de *skolithos verticalis* y *skolithos ayalis*, en areniscas inferiores de la unidad indican periodos de sedimentación insignificante (Ciguel 1987) (Foto 9).

La ausencia casi total de diagénesis en las lutitas del Grupo Itacurubí permite definir una baja carga litostática en estos sedimentos.

8.5 FORMACION ARROYOS Y ESTEROS

Harrington (1950), lo describió como areniscas friables, poco cementadas, color amarillo a rosado, de granulometría gruesa, con intercalaciones de arcillas y areniscas conglomerádicas.

Dyck (1991) observó similitudes litológicas entre sedimentos del área de Arroyos y Esteros y las areniscas Tobatí, atribuyendo tectonismo al posicionamiento de uno con respecto al otro.

Orué et al. (1992) conservó la denominación de Formación Arroyos y Esteros, propuesta inicialmente por Beder y Windhausen (1918).

Las rocas de la Formación Arroyos y Esteros afloran en una faja continua e irregular, en dirección NW-SE, desde las proximidades del Río Paraguay hasta la localidad de Rojas Silva.

Petrografía: Este conjunto de rocas consiste de arenisca de grano medio a grueso, con formas subangulares a subredondeados, contacto sutural y longitudinal, de selección moderada a pobre. Mineralógicamente se halla compuesta 95% de cuarzo, algunos de ellos con sobrecrecimiento y 5% de mineral arcilloso (caolín), trazas de turmalina, mica, circón y rutilo.

En las proximidades de la localidad de Aceval la Formación Arroyos y Esteros se halla constituida por areniscas de granulometría media a gruesa, conteniendo niveles de areniscas conglomerádicas, con cantos de cuarzo. Las areniscas en ocasiones son friables en sus niveles inferiores, las mismas presentan estratificación cruzada, o bancos macizos.

Estas areniscas son interpretadas como depositadas en ambiente eólico y fluvial costero con influencia marina lateral. El ambiente continental en la base de la unidad es caracterizado por estratificación cruzada acanalada, como depósitos de canales, presencia de clastos de arcillas y superficies erosivas (Foto 10). En los pozos Asunción 1 y Asunción 2, las investigaciones micropaleontológicas indicaron la presencia de tetradas y chitinozoarios pertenecientes a los géneros conochitina y ancyrochitina de edades eosilúricas (Milani et al. 1992) En los análisis bioestratigráfico de rocas

Silúricas y Eodevónicas de la Cuenca del Paraná en el Paraguay Oriental, en muestras de los pozos Asunción 1, RD-115 y RD-116, se ha podido constatar la presencia en los sedimentos más finos próximo al techo la existencia de Ramochitina magnífica, un Quitinozoario praguiano (GRAHN 1998).

8.6 GRUPO ASUNCIÓN

Inicialmente éstos sedimentos fueron relacionados con la Formación Misiones, debido a sus características litológicas, su color y su época de depositación Harrington (1950), Eckel



FOTO 9: ARENISCAS BIOTURBADAS. PRESENCIA DE SKOLITHOS. COORD. UTM. 0472313 E -7228270 N



FOTO 10: ARENISCAS DE GRANO MEDIO A FINO DE LA FORMACION ARROYOS Y ESTEROS. CORTE DE CAMINO ACCESO NORTE, EN LAS CERCANIAS DE LA CIUDAD DE ARROYOS Y ESTEROS

(1959), MOPC (1966), The Anschutz Co. (1981).

El Proyecto Par 83/005, (1986) denominó Formación Patiño al relleno de esta fosa. Esta denominación fue utilizada inicialmente por Gómez Duarte (1979) Franco et al. (1980), haciendo referencia a la secuencia fanglomerática aflorante en los alrededores del Cerro Patiño. El nombre de "Grupo Asunción" fue inicialmente utilizada por Gómez (1991) y luego adoptado por Bartel (1994) Orué (1996).

El relleno de la fosa presenta una distribución irregular cubriendo una superficie aproximada de 2.500 km², aflorando en el extremo NW del "rift", desde Villa Hayes, hasta las inmediaciones de la Serranía de Ybytymí.

Los sedimentos del Grupo Asunción se depositan en el seno de una estructura del tipo semigraben. Esta estructura con característica extensional fractura y bascula la sedimentación paleozoica preexistente, tanto como, la sedimentación sin rift y las rocas intrusivas y extrusivas alcalinas mesozoicas, inmediatamente después de su emplazamiento. El inicio de la estructuración del semigraben del Bloque de Asunción y la inmediata depositación de los sedimentos del grupo, es marcado relativamente a un pulso tectónico en el marco de la estructura mayor.

La depositación de los sedimentos del Grupo Asunción es caótica, caracterizada por la presencia de "depósitos de taludes de monte, abanicos aluviales, arenas fluviales y hasta eólicas, presenta sedimentación mal seleccionada en la base, inmadura, debido a la



FOTO 11: CONTACTO DE LAS LUTITAS SILURICAS CON CONGLOMERADOS DEL GRUPO ASUNCIÓN. COORD., UTM. 46692 E -19302 N

rápida subsidencia de la estructura y el abrupto paisaje diseñado para el mismo.

Las litologías dominantes de éste grupo son fanglomerados, conglomerados y areniscas conglomerádicas y areniscas.

Los afloramientos en las cercanías de Aregua y Cerro Patiño, corresponden a la fase fanglomerática en sus niveles inferiores, son sedimentos de color rojo a marrón, semi-consolidados, poco seleccionados, sin estratificación; su matriz es de granulación media a gruesa, generalmente friables y con silicificaciones locales. La fracción clástica contiene cantos angulares a subredondeados, de rocas sedimentarias de los flancos de la estructura, rocas precámbricas y las magmatitas alcalinas recientemente emplazadas.

Los clastos son fragmentos de cuarzo, cuarcitas, granitos, rocas metamórficas, areniscas y rocas alcalinas, con tamaños que varían desde pocos centímetros de diámetro a más de 45 cm (Foto 11). Se observa una rápida granodrecencia en la granulometría.

Los conglomerados se pueden diferenciar en oligomícticos y polimícticos, los primeros se presentan sin estratificación, semiconsolidados, con matriz cuarzosa de granulometría media a gruesa, sus clastos son redondeados a subredondeados y su composición es de cuarzo. Los conglomerados polimícticos contienen clastos de cuarzo, rocas calcáreas y cuarcitas, se presentan subredondeados a angulosos.

Las areniscas superiores de la unidad presentan granulometría gruesas en principio, pasando a finas en los tramos superiores, pueden contener horizontes conglomerádicos. En general las areniscas de los tramos inferiores presentan coloración roja a marrón oscuro, con algunos niveles claros, se hallan mal seleccionados, son friables y localmente presentan silicificaciones. La matriz se halla constituida predominantemente por minerales arcillosos y están impregnados de óxido de hierro.

En la parte superior, éstas areniscas presentan granulometría fina, muy buena selección y alta redondez de sus granos componentes. La composición mineralógica es predo-

minantemente cuarzo. Estas características le confiere a la roca la capacidad de formar columnares, debido a contracción por calentamiento y enfriamiento. Este fenómeno ocurre a causa de intrusiones de diques alcalinos de edad Terciaria y se observan en Aregua (Cerros Coí y Chororí), Luque, Piquete Cué, y San Lorenzo (Foto 12).

8.7 SUITE INTRUSIVA ÑEMBY

En los alrededores de la ciudad de Asunción, es conocida la presencia de rocas magmáticas intrusivas alcalinas desde Bertoni (1921), Boethner (1947) Miraglia (1965) y Stormer et al. (1975), focalizando los afloramientos en los alrededores de Asunción. Bitschene (1987) describe la ocurrencia de nefelinitas que afloran en las inmediaciones de la ciudad de Asunción, en especial Iherzolitos en lavas basálticas.

Bitschene & Báez (1989) analizaron la química de los basaltos y las fonolitas paleógenas de la Provincia Central. Comin-Chiaramontí et al. (1991) describieron la petrografía y la química de los xenolitos incluidos en éstas rocas.

En el área del Bloque de Asunción, las intrusiones de magmatitas cenozoicas se presentan en forma de diques alineados. Inicialmente las rocas de la Suite Magmática Ñemby estaban restringidas al área del Bloque de Asunción, posteriores análisis petrográficos, geoquímicos y geocronológicos extendieron el área de emplazamiento de las mismas al Valle de Acahay (Velázquez 1992; Báez, 1992).

La química de las magmatitas de esta suite define ankaratritas, nefelinitas, fonolitas y fonotefritas, mientras que la petrografía las clasifica como nefeliniticas y fonolíticas, con presencia de nódulos o xenolitos peridotíticos.

Petrografía: la muestra colectada en la localidad de Limpio se clasifica como Nefelina-Basanita, equivalente a Olivino-alkali-basalto con nefelina normativa. Esta roca presenta textura porfírica, con inclusiones de areniscas y piroxenita ?, su contenido mineralógico define fenocristales de olivino, de tamaño hasta 2mm., en partes presenta inclusiones de spinel de color amarillo-marrón y esmectita. La matriz se halla constituida

por pequeños cristales de piroxeno, magnetita y apatito, asociados con plagioclasa y nefelina. Presentan inclusión de arenisca son silificación secundaria, con granos de cuarzo detríticos redondeados, en una matriz de arcilla y carbonato, en el borde de ésta inclusión se encuentra clinopiroxeno y plagioclasa. Otras inclusiones corresponden a piroxenita ?, éstas contienen como minerales principales titanogaugita zonado, con núcleo más claro, que a su vez presenta inclusiones de esfena y olivino, raras veces biotita y vidrio volcánico.

Dataciones realizadas en rocas de los Cerros Ñemby y Lambaré, dieron edades en un rango comprendido entre los 60 a 38 Ma. Otras dataciones por el método K/Ar hechas en las fonolitas traquíticas del Cerro Giménez, dieron una edad de 66,0 Ma. (Velázquez et. A., 1992), por lo que estas rocas pertenecen a la fase magmática del Ciclo Tectónico Andino, durante el Terciario Inferior.



FOTO 12: ARENISCAS COLUMNARES DEL GRUPO ASUNCIÓN. CERRO COÍ - AREGUA

8.8 *SEDIMENTOS ALUVIALES Y COLUVIALES (q2)*

Estos sedimentos ocupan gran extensión en el área de la Hoja Caacupé, circundando áreas elevadas, principalmente formando depósitos de pie de monte, y como suelos transportados y redepositados en zonas bajas.

Los suelos se presentan conglomerádicos, arenosos y en hasta arcillosos, dependiendo del tipo de roca de proveniencia. Los sedimentos de pie de monte de la Cordillera de los Altos se presentan arenosos gruesos a conglomerádicos, arenoso medio a fino al NW de la Hoja, mientras que los depósitos del SE de la misma se presentan arenosos medio a grueso.

El espesor de éstos sedimentos se ajusta a la topografía del terreno en el cual se deposita, por lo que presenta muy variado espesor, pudiendo contener desde centímetros a 5 m y hasta más en algunos casos.

8.9 *SEDIMENTOS DE PLANICIE (q1)*

Estos suelos son producto de alteración de las rocas circundantes, redepositadas como relleno de las planicies y material de colmatación de los drenajes actuales. Los primeros son arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y los segundos son arenosos y constituyen el material de arrastre, producto de la erosión de las áreas adyacentes.

Las planicies y las cuencas más significativas son formadas por los ríos y arroyos que riegan la zona y la del lago Ypacaraí. El espesor de éstos sedimentos va de centímetros a aproximadamente 10 m.

9 TECTÓNICA

El Paraguay está ubicado al S-SW de los núcleos Precámbricos Sudamericanos que conforman los escudos de las Guyanas al Norte, Central Brasileño en el Centro y el Escudo Brasileño del Atlántico al Este. Almeida (1967) definió como plataforma de Guapore a los afloramientos del basamento

al Sur del Escudo Central Brasileño que abarca el SW de Brasil y el SE de Bolivia con la denominación Amazonico-Sunsas.

En el borde SE del Cratón de Amazonas se halla la Faja de Plegamiento Paraguai-Araguaia de edad proterozoica superior, atribuyéndose su origen al Ciclo Brasileño.

Remanentes del Cratón Amazónico-Sunsas y de la Faja Paraguai-Araguaia están expuestos en la zona del Río Apa a lo largo de su límite con el Brasil, en el área del Río Tebicuary y en el Alto de Asunción. Estos últimos contienen granitos en la localidad de San Bernardino y riolitas en Pirayú de edad Brasileña (K-Ar. 573 Ma, Rb-Sr. 532 Ma.).

El Ciclo Tectónico Brasileño (700/450 Ma.) constituye el evento formador de la Cuenca del Paraná (Ramos 1998) Las rocas sedimentarias depositadas en la misma son predominantemente paleozoicas, de las cuales la secuencia basal más antigua corresponde a la neo-ordovícicas/eo-siluriana.

En la evolución de la sedimentación de la Cuenca del Paraná a partir del Carbonífero Superior sufre las consecuencias de la epirogénesis positiva Eohercyniana, en el interior del continente (López Gamundi 19XX), estructurando la misma a condiciones del tipo rampa para la sedimentación de la secuencia permocarbonífera.

El Ciclo Tectónico Sudatlántico reestructura nuevamente la cuenca a partir del Triásico (Putzer 1962). Esta reestructuración se realiza a consecuencia de la apertura del Atlántico Sur, dando origen en el interior del continentes a estructuras distensionales, que en Paraguay Oriental corresponde al Rift de Asunción.

Como elemento estructural de mayor relevancia en la Hoja Caacupé y componente del rift, se halla el sistema de fallas definido por Harrington (1950) con la denominación de Graben de Ypacaraí, Putzer (1962) se refiere a ésta estructura como zonas de fallas subverticales. DeGraff (1981) confirma la idea de fallas normales orientadas en dirección N-S cuyos lados occidentales habrían descendido 925 m Y 1.125 m. como máximo en lo bordes orientales. DeGraff-Orué (1984) denominan Rift de Asunción, a la

megaestructura, cuya extensión es de aproximadamente 200 km de largo y entre 25 y 40 km de ancho. Numerosas ocurrencias alcalinas se encuentran relacionadas a ésta estructura también en el área que corresponde a la Hoja Caacupé.

El Ciclo Tectónico Andino, en el Paleógeno reactiva la estructura en general, permitiendo el emplazamiento de magmatitas y dando lugar a la morfología actual.

10 GEOLOGÍA HISTÓRICA

La historia geológica y tectónica de la Cuenca del Paraná en el Paraguay Oriental, está constituida por tres grandes secuencias de sedimentación, asociadas a ciclos tectónicos, modificando las condiciones ambientales de la cuenca regionalmente controlando la sedimentación subsecuente. Dos de las unidades sedimentarias se originan en el Paleozoico y la tercera en el Mesozoico.

El evento formador de la Cuenca del Paraná, el Ciclo Brasileño, presenta una fase sedimentaria que corresponde a las sedimentitas del Grupo Paso Pindó, seguida de una fase tectonomagmática, evidenciada por las rocas ígneas ácidas de la Suite Magmática Caacupé.

La tectónica junto al emplazamiento de magmatitas posttectónicas pliega y metamorfiza las rocas sedimentarias, condicionando el basamento para la sedimentación subsecuente a partir del Ordovícico Superior al Devónico, como la primera secuencia sedimentaria de esta cuenca. La secuencia se inicia con un conglomerado basal en las márgenes del sub cratón, en un ambiente fuertemente estructurado. Lateralmente se asocian a estas areniscas conglomerádicas y areniscas arcósicas, posteriormente a areniscas de depósitos deltaicos, en un ambiente transgresivo. Esta transgresión llega a un punto de máxima inundación depositando arcillitas y areniscas laminadas durante el Llandoveryanos, y en su etapa regresiva deposita sedimentos con gradación invertida de areniscas finas a areniscas de granulometría muy gruesa en el techo.

Esta secuencia de depositación es interrumpida por un evento tectónico pos Devónico que reestructura la cuenca a partir del Carbonífero inferior a medio, por lo cual exis-

te un lapso de amplia erosión de la sedimentación ya existente, la cual se reanuda a partir del Carbonífero Superior hasta el Pérmico Superior en discordancia erosiva sobre la secuencia anteriormente mencionada. La secuencia Permocarbonífera presenta características muy variadas, en un ambiente fluvio-glacial a costero en condiciones transgresivas y regresivas en su fase final. Está constituida por una sucesión clástica de conglomerados, areniscas, areniscas conglomerádicas, areniscas calcáreas, siltitas y arcillitas, estos sedimentos contienen en algunas localidades maderas petrificadas

El resultado de la tectónica postdevónica actuante, es evidenciado por una subsidencia que es atribuida a la etapa inicial del Rift de Asunción. La segunda secuencia de sedimentación es interrumpida, por efectos de la tectónica del ciclo Sudatlántico, como resultante de la apertura del Atlántico sur. Esta tectónica de características extensionales reactiva la ya incipiente estructura del Rift de Asunción. Este ciclo tectónico presenta una fase magmática extrusiva de conos y diques alcalinos a lo largo de la estructura del rift.

El Rift de Asunción forma un semigraben en el área del Bloque de Asunción, con sedimentación local de conglomerados y areniscas del Grupo Asunción. Esta sedimentación es interrumpida por un evento tectónico asociado al Ciclo Andino, que en áreas de inestabilidad tectónica emplaza diques y conos de la Suite Intrusiva Ñemby, la morfología actual es la resultante de ciclos erosivos y posterior redepositación hasta la actualidad.

11 GEOLOGÍA ECONÓMICA

11.1 MATERIALES PARA VIDRIO

Recursos silíceos de variedad clástica corresponden a las areniscas y las arenas cuarzosas. Estos son considerados las mejores materias primas para la fabricación de vidrio.

En el país existen tres empresas que se dedican a la fabricación de vidrios huecos, las mismas son: "Vidriería Paraguaya S.A.", "Cristalería Asunción S.A." y "Cristalería Sajonia S.A."

MUESTRA N°	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
2278		0.089	0.61	0.070	0.003	0.049	0.008	0.006	0.034
2279		0.140	0.38	---	0.001	0.049	0.007	---	0.025
*2280	98.48	0.087	0.24	0.157	0.003	0.049	0.006	0.001	0.020
*2280a	98.72	0.115	0.27	0.220	0.004	0.110	0.020	0.030	0.020
*2282	98.63	0.109	0.21	---	0.002	0.049	0.008	---	0.021
*2282a	98.85	0.107	0.35	0.050	0.003	0.110	0.020	0.030	0.020
2283		---	0.38	---	---	---	---	---	---
2284		0.029	0.18	0.014	0.002	0.049	0.009	---	0.009
2285		0.014	0.14	---	0.002	0.049	0.004	---	0.014
2286		0.018	0.24	---	0.002	0.055	0.004	---	0.015
2289		0.058	0.59	---	0.001	0.042	0.006	---	0.017
2290		0.43	0.14	0.007	0.002	0.049	0.006	0.003	0.014
2291		0.035	0.35	---	0.002	0.049	0.007	0.003	0.017
2292		---	0.38	0.042	0.003	0.048	0.009	0.003	0.017

TABLA 4: ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS LAVADAS DE LA FM TOBATI (Obs.: (*): Muestras analizadas por método de R.F.A. en la B.G.R. Alemania(a); Porciones diferentes de las mismas muestras separadas por cuarteo.)

MUESTRA N°	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
2278		0.120	2.850	---	0.001	0.042	0.004	0.022	0.064
2279		0.170	1.790	---	---	0.062	0.007	0.013	0.056
*2280	95.76	0.150	2.030	0.256	0.002	0.063	0.009	0.013	0.063
*2280a	96.18	0.222	0.191	0.400	0.005	0.110	0.030	0.030	0.040
*2282	96.41	0.070	1.550	---	0.001	0.069	0.009	0.023	0.044
*2282a	97.26	0.169	1.390	0.060	0.004	0.110	0.020	0.040	0.030
2283		0.180	1.520	0.368	0.012	0.063	0.028	0.026	0.100
2284		0.070	0.830	---	0.002	0.070	0.011	0.018	0.047
2285		0.040	0.540	---	0.001	0.077	0.010	0.016	0.050
2286		0.040	0.350	---	0.001	0.083	0.012	0.018	0.046
2289		0.080	1.410	---	0.001	0.061	0.008	0.016	0.035
2290		0.050	0.900	---	---	0.069	0.006	0.015	0.034
2291		0.070	0.560	---	0.001	0.063	0.014	0.021	0.053
2292		0.050	0.520	0.007	0.002	0.076	0.011	0.025	0.039

TABLA 5: ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS CRUDAS DE LA FM. TOBATI

Según datos obtenidos en la "Vidriería Paraguaya" y en la "Cristalería Asunción S.A.", el consumo de la materia prima natural de origen local concierne principalmente a la utilización de arena de cuarzo y calizas. En el caso de la Vidriería Paraguaya, el uso de arena de cuarzo involucra mayoritariamente a arenas lavadas de río, siendo éstas arenas complementadas con arenas provenientes de la Formación Tobatí (Grupo Caacupé).

La Cristalería Asunción usa exclusivamente arena de cuarzo, provenientes de las areniscas de la Formación Tobatí.

Las cantidades utilizadas por ambas firmas permiten realizar cálculos que determinan que el consumo anual de arenas de cuarzo para la fabricación de vidrio estaría por el orden de 7.000 toneladas.

Según los productores, los resultados obtenidos en estas arenas, permiten predecir que la materia prima para la producción de vidrio nacional será exclusivamente restringida a esta formación y que sin lugar a dudas, constituye el mejor material disponible en el país.

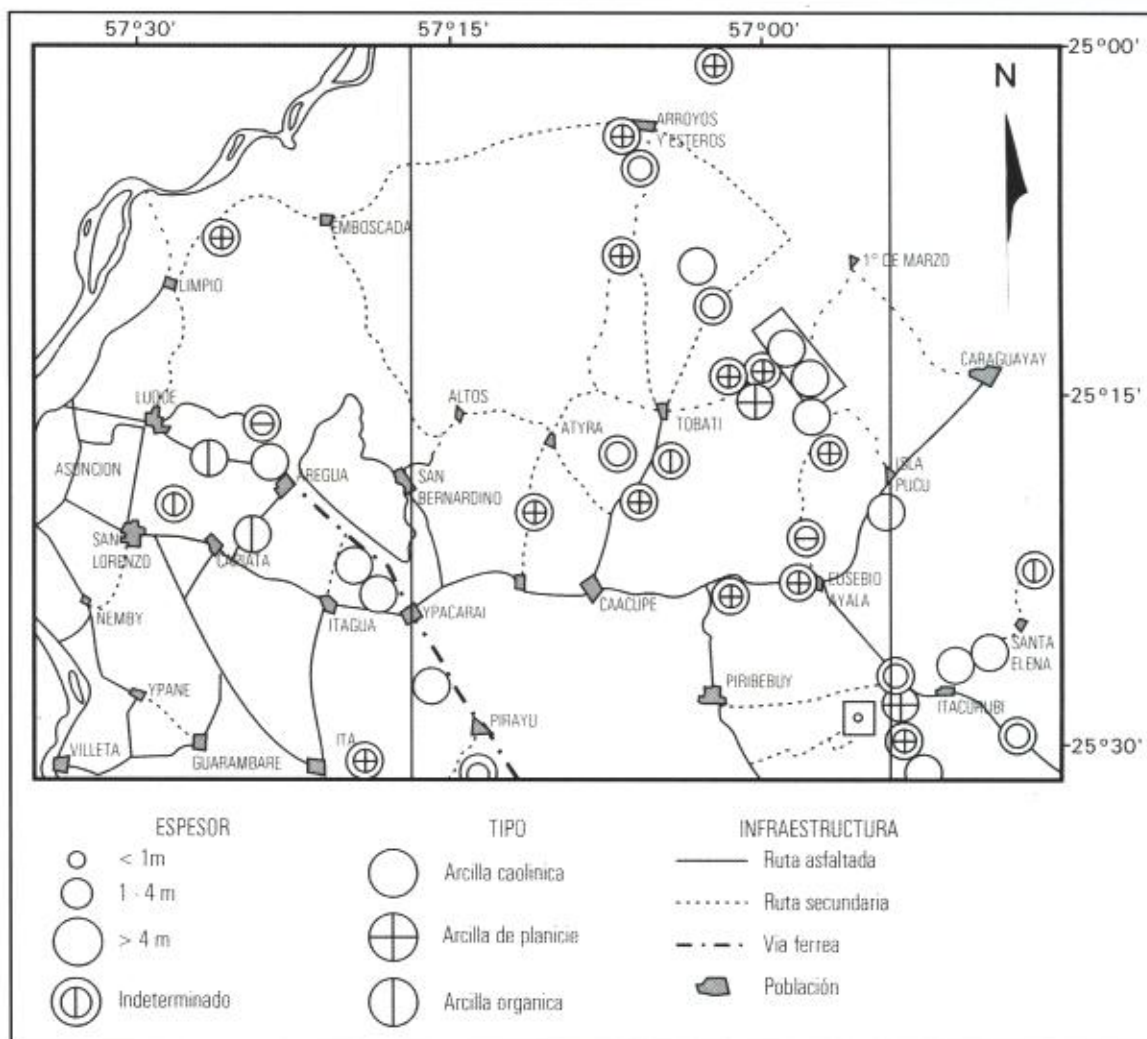


FIG. 4: MAPA DE UBICACIÓN DE OCURRENCIAS DE ARCILLAS

11.1.1 CONSIDERACIONES SOBRE LAS ARENISCAS DE LA FM. TOBATÍ

El resultado de los análisis químicos (tablas 4 y 5) nos demuestra que las areniscas Tobatí cuentan con un valor promedio de SiO_2 96.4%, teniendo como contaminantes principales al aluminio y al hierro, además de trazas de titanio, sodio y potasio, en virtud a éstas características químicas se puede apreciar que las areniscas de la Formación Tobatí no constituyen un yacimiento de primer orden para la fabricación de vidrios planos.

De acuerdo a los análisis químicos y granulométricos, se puede concluir que todas las zonas afectadas a la Formación

Tobatí son aptas como materia prima para la fabricación de vidrio hueco, verdes, ámbar y blanco.

Las zonas más favorables para la localización de materia prima son Tobatí, Atyrá, Itá Morotí, e Itá Moro.

11.2 ARCILLAS

El término arcilla se puede definir según el profesional que lo utiliza; para el industrial y el ceramista, las arcillas se refieren a toda masa que con cierto grado de humedad es susceptible a ser modelada que con porcentajes de agua adquieren plasticidad y moldeabilidad (Anónimo, 1986).

En la Hoja Caacupé, fueron clasificados 2 tipos de ocurrencias arcillosas, poniendo

HOJA 5470	LOCALIDAD	TIPO DE MATERIAL	TIPO DE COMERCIALIZ	PRODUCCION ANUAL	USO GENERAL
Caacupé	C° Aq. Cañada.	Areniscas	Piedra bruta, lajas.	8.500	Construcción ornamental.
Caacupé	C° Cerro Real	Areniscas	"	1.000	"
Caacupé	C° Cabañas	Areniscas	"	20.000	"
Caacupé	C° Ciervo CA	Areniscas	"	2.000	"
Caacupé	C° Aguará	Areniscas	"	8.000	"
Caacupé	C° Caacupé mí	Areniscas	"	4.000	"
Caacupé	C° Minas	Areniscas	"	19.000	"
Caacupé	C° Isla Alta	Areniscas	"	10.000	"
Caacupé	2° C° Ita Trampa	Areniscas	"	15.200	"
Caacupé	2° C° Boquerón	Areniscas	"	2.500	"
Caacupé	3° C° Guayaiby	Areniscas	"	4.500	"
Caacupé	C° Tacuruty	Areniscas	"	3.000	"
Caacupé	3° C° Ypucú	Areniscas	"	2.000	"
Caacupé	2° C° Lomas	Areniscas	"	4.000	"
Caacupé	C° Ysupo-Jú	Areniscas	Piedra bruta laja bruta	140.000	Empedrado cemento ornamento
Caacupé	C° 21 de julio	Areniscas	"	5.00	"
Caacupé	C° San Gerónimo	Areniscas	"	12.000	"

TABLA 6: USO, PRODUCCION ANUAL Y TIPO DE COMERCIALIZACION DE LAS ARENISCAS

énfasis en su forma de yacencia y génesis, teniendo como modelo a Singer & Singer (1964), adaptada por Spinzi et al., (1994).

1 **Arcillas Transportadas:** corresponden a éste grupo todo los materiales arcillosos transportados y estratificados, donde los cambios texturales y composicionales, son perfectamente diferenciables, teniendo en cuenta relación volumétrica, este tipo de arcilla son las más abundantes.

No presentan alta plasticidad, pero si signos de diagénesis en mayor o menor grado.

2 **Arcillas de bañado:** son arcillas que se relacionan con zonas bajas anegadas en la mayoría de los casos, son de poco espesor, de alta plasticidad generalmente de coloración negro oscuro, que al cortarlas presentan una superficie lustrosa de brillo cereo.

Basándose en los ensayos y análisis realizados por Spinzi et al. (1994), que identificaron arcillas con potencial para cerámica de quema blanca, en la Compañía Aparypy, Atyrá, Tobatí y Caacupé, mientras que áreas potenciales para la cerámica de quema coloreada serían Arroyos y Esteros, sur de

Atyrá y la localidad de Paso Correo. El material de Arroyos y Esteros y Paso Correo, poseen potencial para la cerámica de 900°C y las ocurrencias localizadas en Compañía Aparipy, sur de Atyrá e Itabyrá, poseen potencial para cerámica de quema a 1.100°C.

Las arcillas de alta plasticidad se hallan en las márgenes del arroyo Barrero Paso, A° Piribebuy y las de mediana plasticidad se localizan en Paso Correo (Limpio), sur de Atyrá y en el triángulo comprendido por las ciudades de Atyrá, Tobatí y Caacupé.

En el Grupo Itacurubí predominan las arcillas de quema coloreada, mientras que en el Grupo Caacupé las arcillitas son de quema blanca.

Las arcillas refractarias se localizaron en el triángulo comprendido por las ciudades de Atyrá - Tobatí y Caacupé, también en zonas de afloramientos del tramo de transición entre el Grupo Caacupé a Itacurubí.

Las ocurrencias arcillosas primarias están en la zona de San Bernardino, Patiño y Pirayú. Las residuales en las cercanías de las anteriores y la desembocadura del río Manduvirá. Las transportadas principalmente corresponden a los lechos arcillosos cir-

cundantes a afloramientos de los grupos Caacupé e Itacurubí y las ocurrencias arcillosas de bañados están relacionadas en la mayoría de los casos a zonas bajas y anegadas.

Las arcillas de quema blanca y semiblanca de los grupos Caacupé e Itacurubí, pueden ser utilizadas para la producción de cerámica fina, sanitarios, vajillas, base de esmaltes, cerámica artesanal, revestimientos, caños sanitarios, aisladores, carga industrial y farmacéutica, refractarios y otros.

11.3 ARENISCAS

Las areniscas del Grupo Caacupé especialmente las pertenecientes a la Formación Cerro Jhú son explotadas como materiales para la construcción, en innumerables canteras, todas ellas con mecanismo rudimentario. En la actualidad se ha implementando la fabricación de muebles en pequeña escala, como ser juegos para jardines, comedores y otros. La tabla 6 nos presenta un resumen del tipo de comercialización, el uso más frecuente y la producción anual aproximada en toneladas de la región.

11.4 CONGLOMERADO

Tiene aplicación muy diversa, como ser en mejoramiento de caminos enripiado de terraplenes, revestimiento de paredes, pisos y muebles. El conglomerado seleccionado es utilizado además como prefiltro en la construcción de pozos artesianos.

Para los usos anteriormente citados son explotados los conglomerados de la Formación Paraguairí y del Grupo Asunción, en las localidades de Paraguairí, San Bernardino, Ciudad Alta y Limpio, por citar algunas en algunas ellas.

11.5 PUZOLANA

Materiales con características puzolánicas se hallan presentes en la zona del arroyo Yuquyry, yacimientos con forma lenticular. Podría tratarse de relleno de cavidades o canales originales. El material silicificado de color blanco a gris claro, microcristalino, deleznable, se halla subyaciendo a un material arcilloso gris oscuro. (Spinzi et al. 1999). Este material es frecuente en los depósitos cuaternarios en la margen del río Paraguay.

- ANONIMO** (1966): Cuadrícula 40 Itá y Cuadrícula 41 Coronel Oviedo, Plan de Prospección Geológica y Mineral.- Dirección de Recursos Minerales M.O.P.C., 50 p., Asunción.
- ANONIMO** (1985): Código Paraguayo de Nomenclatura Estratigráfica, Asunción
- BAEZ, P.J.** (1992): Geologia da folha 5569-III, La Colmena, Paraguay oriental.- Diss. maestr.; Universidade de Sao Paulo/ Instituto de Geociencias, 205, São Paulo.
- BARTEL, W.** (1994): Strukturell-sedimentäre Entwicklung des Blocks von Asunción, Paraguay, Diss. Diplom.; Tech. Univ., 171 p. Clausthal.
- BARTEL, W.; GONZALEZ, M.E.; MUFF, R.; LAHNER, L. & WIENS, F.** (1996): Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5469 Paraguarí.- MOPC-BGR, 1 mapa, Asunción.
- BEDER, R.** (1923): Sobre un hallazgo de fósiles pérmicos en Villarrica.- Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Vol. 27, p. 9-11, Córdoba.
- BEDER, R. & WINDHAUSEN, A.** (1918): Sobre la presencia del Devónico en la parte media de la República del Paraguay.- Boletín de la Asociación Nacional de Ciencias, 225/262 p., Córdoba.
- BITSCHENE, P.R.** (1987): Mesozoischer und Känozoischer anorogener Magmatismus in Ostparaguay: Arbeiten zur Geologie und Petrologie zweier Alkaliprovinsen.- Diss. Nat. Math. Fak., Univ. Heidelberg, 318 p., Heiderberg.
- BITSCHENE, P.R. & BAEZ, P.J.** (1989): The Asunción alkaline province (eastern Paraguay): geologic setting and petrogenetic aspects.- Zbl. Geol. Pal., Teil H. 5/6, 959/971 p., Stuttgart.
- BITSCHENE, P.R. & LIPPOLT, H.J.** (1984): Geologie der Cordillera de Ybytyruzú in Ostparaguay: Ein mesozoischer Alkali-Intrusiv-Komplex am Westrand des Parana Beckens.- Lat. Amer. Koll. Marburg, Tag., Heft., 9/10: 33/44, Marburg.
- BITSCHENE, P.R. & LIPPOLT, H.J.** (1986): Acid magmatites of the Brasiliano Cycle in East Paraguay.- Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 9/10: 1457/1468, Stuttgart.
- CIGUEL, J.H.** (1988): Tentaculites itacurubiensis n.sp., dos depósitos regresivos do Paraguay oriental, siluriano inferior da bacia do Paraná.- Rev.Bras. Geocienc., 18 (1), 86/92 p., São Paulo.
- CIGUEL, J.H.; ROESLER, O. & CASTILLO, A.M.** (1987): Skolithus ayalis n.sp da Formação Eusebio Ayala (Grupo Itacurubí, borda occidental da bacia do Paraná no Paraguay) e sua importancia no ambiente deposicional.- Contr. Projeto Nr. 193, Sil./ Dev. Am. Lat., X Congr. Bras. Pal., 253/ 269 p., Rio de Janeiro.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CAPALDI, G.; CENSI, P.; CUNDARI, A.; DE MIN, A.; GOMES, C.B.; ORUE, D.; PETRINI, R.; PICCIRILLO, E.M. & VELAZQUEZ, V.F.** (1991): Geoquímica dos complexos alcalinos potássicos do Paraguai centro-oriental.- 3º Congr. Bras. Geol./1º Congr. Geol. PLOP Resumos, p. 100/108, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CENSI, P.; CUNDRI, A. & GOMES, C.B.** (1992): A silico-beforsitic flow from the Sapucaí Complex (Central-Eastern Paraguay).- Geochim. 6: 87/91, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CIVETTA, L.; PETRINI, R.; PICCIRILLO, E.M.; BELLINI, G.; CENSI, P.; BITSCHENE, P.R.; DEMARCHI, G.; DE MIN, A.; GOMES, C.B.; CASTILLO, A.M.C. & VELAZQUEZ, J.C.** (1991b): Tertiary nephelinitic magmatism in Eastern Paraguay: Petrology, Sr-Nd isotopes and genetic relationships with associated spinel-peridotite xenoliths.- Eur. Mineral., 3: 507/525, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CUNDARI, A.; CENSI, P.; GOMES, C.B.; PICCIRILLO, E.M.; BELLINI, G.; DE MIN, A.; ORUE, D. & VELAZQUEZ, V.F.** (1991c): Mesozoic dyke swarm in the Sapucaí Graben (Central-eastern Paraguay).- International Symposium on Mafic Dykes, Expanded Abstracts, p. 125/132, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CUNDARI, A.; GOMES, C.B.; PICCIRILLO, E.M.; BELLINI, G.; VELAZQUEZ, V.F. & DE MIN, A.** (1991d): Potassic dykes from Central Paraguay.- Terra, 3: 25, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CUNDARI, A.; GOMES, C.B.; PICCIRILLO, E.M.; BELLINI, G.; CENSI, P.; ORUE, D. & VELAZQUEZ, V.F.** (1990a): Mineral chemistry and its genetic significance of major and accessory minerals from a potassic dyke swarm in the Sapucaí graben, central-eastern Paraguay.- Geochim. Brasil., 4: 175/206, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; GOMES, C.B.; CENSI, P.; DE MIN, A.; ROTOLO, S.G. & VELAZQUEZ, V.F.** (1993): Geoquímica do magmatismo pós-paleozoico no Paraguai centro-oriental.- Geochim., 7: 19/34, São Paulo.
- COMTE, D. & HASUI, Y.** (1971): Geochronology of Eastern Paraguay by the potassium-argon method.- Rev. Bras. Geoc. Vol. 1 p. 33/43, São Paulo.
- COWPER REED, F.R.** (1940): Alguns lamelibrânquios triássicos do Brasil e do Paraguai. -Ser. Geol. e Min., Bol. 98, Ext. Geol. Mag. Vol. IXXII, p. 33/42, Rio de Janeiro

- CUBAS, N., GARCETE, A. & MEINHOLD, K.D.** (1997): Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5468 Villa Florida.- MOPC-BGR, 1 mapa, Asunción.
- DeGRAFF, J.M. & ORUE, D.** (1984): Proyecto tectónico del Paraguay suroriental. Informe de progreso.- Dindusmil-University of Purdue.
- DYCK, M.** (1991): Stratigraphisch-faunistischer Vergleich des Ordoviziums und Silurs in Ostparaguay mit Nordargentinien und Südbolivien. Univ. Hannover, Geol. Pal.,- Diss., 263 p. y tomo de mapas, Hannover.
- ECKEL, E.B.** (1959): Geology and mineral resources of Paraguay. A reconnaissance. United States Geological Survey,- Prof. Paper 327, 110 p., Washington.
- ENGLER, T.** (1991): Petrographische und geochronologische Arbeiten im Ostteil des Río Tebicuary-Kratons in Südost-Paraguay;- Diplom-Diss., Heidelberg.
- ESCOBAR, A.** (1978): Contribución al conocimiento de los invertebrados marinos de la lutita Vargas Peña (Silúrico inferior de las zonas de Ypacarai e Itauguá, Paraguay oriental).- Universidad Nacional de Asunción, Instituto de Ciencias Básicas, 55 p., Asunción.
- ESCOBAR, A.** (1987): Estado actual del conocimiento del Silúrico-Devónico en el Paraguay.- Inf. Cient., Vol. 5, N° 1, Universidad Nacional de Asunción, Instituto de Ciencias Básicas, 34/45 p., San Lorenzo.
- GOMES, C.B.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; de MIN, A.; MELFI, A.J.; BELLEINI, G.; ERNESTO, M.; CASTILLO, A.M.C. y VELAZQUEZ, V.F.** (1989): Atividade filoniana associada ao complexo alcalino de Sapucaí, Paraguai oriental. Geocim. Brasil, 3:93-114. São Paulo.
- GOMEZ, D.** (1991): Consideraciones morfoestructurales y Estratigráficas de la Antiforma de Asunción y su relación con la Exploración de Aguas Subterráneas. Simposio sobre aguas subterráneas y perforación de pozos en el Paraguay. 131-140 p. Asunción.
- GONZALEZ, M. E.; BARTEL, W.; LAHNER, L.; MUFF, R. & WIENS, F.** (1996): Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5569 San José, MOPC - BGR, 1 mapa. Asunción
- GONZALEZ, M.E.; MUFF, R.; VERGEL, M.M.; HERBST, R & FASOLO, Z.** (1996): Estratigrafía de la parte inferior del Grupo Independencia (Pérmico), Paraguay oriental. -11 p., Inedito.
- FIGUEREDO, L.** (1995): Descripción del pozo RD 116 Santa Elena. Paraguay, Coop. Geol. Paraguayo/Alemana, informe interno, San Lorenzo.
- BARTEL, W.; GONZALEZ, M.E.; MUFF, R.; LAHNER, L. & WIENS, F.** (1996): Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5469 Paraguairí,- MOPC-BGR, 1 mapa, Asunción.
- GONZALEZ, M.E.; WIENS, F. & MUFF, R.** (1994): Estratigrafía del Paleozoico inferior en el Bloque Cordillera, Paraguay oriental.- 5ª Reunión Argentina de Sedimentología, Vol. 1, p. 247/252, Tucumán.
- GRAY, J.; BOUCOT, A.J.; GRAHN, Y. & HIMES, G.** (1992): A new record of early Silurian land plant spores from the Paraná Basin, Paraguay (Malvinokaffic Realm)- Geol. Mag. 129 (6), p. 741/752, Cambridge.
- HARRINGTON, H.J.** (1950): Geología del Paraguay oriental.- Contr. Cient., Tomo1, Serie E: Geología, Univ. Buenos Aires, Fac. Cienc. Exac., 89 p., Buenos Aires.
- HARRINGTON, H.J.** (1956): Paraguay In: Handboock of South American Geology.- Geol. Soc. Am., Men. 65, 99/114 p., Washington.
- HARRINGTON, H.J.** (1972): Silurian of Paraguay. In: Correlation of South American Silurian rocks; Geol. Soc. Am.,- Special paper 133, 41/50 p., Boulder.
- HERBST, R.** (1972): Nota sobre la presencia de Lycopsidae arborecentes en el pérmico (Serie Independencia) del Paraguay.- De Ameghiniana, tomo IX, N° 3, p. 258/264, Buenos Aires.
- HIBSCH, J.E.** (1891): Einige Gesteine aus Paraguay. Tschermaks Mineral. Petrogr.- Mitt., Neue Folge 12, 253/255 p., Wien.
- HUTCHINSON, D.S.** (1979): Uranium exploration in the permocarboniferous sequence, south of latitude 25°. Results and recommendations. Anschutz Co.,- TAC Int. Rep., 19 p., Asunción.
- KANZLER, A.** (1987): Southern Precambrian in Paraguay. Geological inventory age relations.- Zbl. Geol. Paläont. Teil 1, H. 7/8, 753-765. Stuttgart.
- LARANJEIRA, N.P.F.** (1995): Petrografía de las areniscas muestreadas en el pozo RD-116; Región de San José; Paraguay oriental.- Univ. Brasilia, 5 p, ined., Brasilia.
- LIVIERES, R. & QUADE, H.** (1987): Distribución regional y asentamiento tectónico de los complejos alcalinos del Paraguay.- Zbl. Geol. Paläont., Teil, 7/8: 791/805, Stuttgart.

- LOHSE, B.** (1990): Petrographische und geochronologische Erkenntnisse über den Westteil des Tebicuary Kratons in Südostparaguay.- Diplom. Univ. Heidelberg, 103 p., Heidelberg.
- LOPEZ-GAMUNDI, O.R. & ROSELLO, E.A.** (1993): Devonian-Carboniferous unconformity in Argentina and its relation to the Eo-hercynian orogeny in southern America.- Geol. Rundschau, Vol. 82, 136/147 p., Stuttgart.
- LOPEZ, O.; GONZALEZ, E.; DE LLAMAS, P.; MOLINA, 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 del Japón/DMA-Servicio Geodésico Interamericano, 1 mapa, Asunción.
- MILCH, L.** (1895): Über Gesteine aus Paraguay. Teschermaks Mineral. Petrogr. Mitt.,- Neue Folge 14, 383/394 p., Wien.
- ORUE, D.** (1996): Síntese da geología do Paraguay oriental, com ênfase para o magmatismo alcalino associado.- Diss. Mest., Univ. São Paulo, Ins. Geociencias, 163 p., São Paulo.
- PALMIERI, J.H.** (1973): El complejo alcalino potásico de Sapucaí (Paraguay oriental)- Ph.D. Thesis, Universidad de Salamanca, 298 p., Salamanca.
- PECTEN** (1981): Induction Sonic GR, pozo Asu 1 Bloque Lima, San Pedro Paraguay.- Archivo DRM/MOPC, San Lorenzo.
- PECTEN** (1982): Induction Sonic GR, pozo Asu 2 Bloque Lima, San Pedro Paraguay.- Archivo DRM/MOPC, San Lorenzo.
- PETROBRAS** (1993): Resultados da interpretação bioestratigráfica das mostras de calha do poço Asunção 2. 1400 a 2450 m., inédito, Curitiba.
- PROYECTO PAR 83/005** (1986): Mapa Geológico del Paraguay 1:1 000 000.- P.N.U.D. - M.D.N., 1 mapa y texto explicativo inédito, Asunción.
- PUTZER, H.** (1962): Die Geologie von Paraguay. Beiträge Reg.- Geol. Erde, Bd. 2, 183 p., Berlin.
- RAMOS, V.** (1988): Late Proterozoic-Early Paleozoic of South America, a Collisional History.- Episodes, Vol. 11, Nº 3, p. 168/174.
- SÖLLNER, F.; LAMMERER, B.; WEBER-DIEFENBACH, H. & HANSEN, B.T.** (1997): The Brasiliano Orogenesis: Age Determinations (Rb/Sr and U/Pb) in the coastal Mountain Region of Espírito Santo, Brazil.- Zbl. Geol. Paläont. Teil I, (7/8): 729/741, Stuttgart.
- SONOKI, I.K. & GARDA, G.M.** (1988): Idades K/Ar de rochas alcalinas do Brasil meridional e Paraguai oriental; compilação e adaptação as normas constantes de decaimento.- Bol. IG-USP, Ser. Cient., Vol. 19, p. 63/85, São Paulo.
- SPINZI, A.M.** (1983): Consideraciones sobre una formación de conglomerados en Areguá y alrededores.- Informes Científicos, ICB - UNA. Vol. 4, 15 p. Asunción.
- STORMER, J.C.; GOMES, C.B. & TORQUATO, J.R.F.** (1975): Spinel lherzolite nodules in basanite lavas from Asunción, Paraguay.- Rev. Bras. Geocienc., Vol. 5, Nº 3, 176-185. São Paulo.
- THE ANSCHUTZ Co.** (1981): Geological map of eastern Paraguay 1):500 000.- TAC int. Rep., Archivo D.R.M./M.O.P.C., San Lorenzo.
- THE ANSCHUTZ Co.** (1978/1982): Registros eléctricos y descripciones geológicas de los pozos RD 90, RD 74, RD 12, RD 17 y RD 18.- Archivo DRM/MOPC, San Lorenzo.
- VELAZQUEZ, V.F.** (1990): Provincia alcalina central, Paraguai: datos geocronológicos preliminares.- 1er Simposio de Rocas Magmáticas, Universidad Nacional de Asunción/Instituto de Ciencias Básicas, abstr., San Lorenzo.
- VELAZQUEZ, V.F.** (1992): Provincia Alcalina Central, Paraguai centro-oriental: Aspectos tectónicos, petrográficos e geocronológicos.- Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 119 p., São Paulo.
- VELAZQUEZ, V.F.; GOMES, C.B.; CAPALDI, G.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; ERNESTO, M.; KAWASHITA, K.; PETRINI, R. & PICCIRILLO, E.M.** (1992): Magmatismo alcalino mesozóico na porção centro-oriental do Paraguay: aspectos geocronológicos.- Geochim. Brasil, 6: 23-35, São Paulo.
- VERGEL, M.M.** (1996): Informe preliminar bioestratigráfico del pozo RD 116, informe interno, Tucumán.
- WOLFAT, R.** (1961): Stratigraphie und Fauna des älterer Paläozoikums (Silur./Devon.) in Paraguay.- Geol. Jb., Bd. 78, 29/102 p., Hannover.
- ZARZA, P.R.** (1991): Estudo das pozolanas naturais de "Ybytymí/La Colmena", Paraguay (oriental.- Diss Mes, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociencias, 151 p., Rio Claro.



LAGO YPACARAI