

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

Hoja **Coronel Oviedo** 5670

TEXTO EXPLICATIVO



María Eugenia González Nuñez
corregido por
Lothar Lahner, Narciso Cubas y 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 **Coronel Oviedo** 5670

TEXTO EXPLICATIVO

María Eugenia González Nuñez

corregido por

Lothar Lahner, Narciso Cubas y Adela Dionisi

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

Asunción 1999



INDICE

RESUMEN	5
1 INTRODUCCION	6
1.1 Generalidades	6
1.2 Objetivos y Metodología	6
1.3 Antecedentes Bibliográficos	7
2 GEOGRAFIA	8
2.1 Ubicación	8
2.2 Fisiografía	8
2.3 Hidrografía	10
3 CLIMA Y VEGETACION	10
4 SUELOS	11
5 SOCIOLOGIA	11
6 GEOLOGIA REGIONAL	13
7 ESTRATIGRAFIA	14
7.1 Formación Coronel Oviedo (c)	14
7.2 Grupo Independencia	17
7.2.1 Formación San Miguel (ps)	17
7.2.1.1 Miembro Saingó (pss)	19
7.2.2 Formación Tacuary (pt)	20
7.3 Formación Misiones (tr-j)	21
7.4 Suite magmática Alto Paraná (ka)	22
7.5 Sedimentos heterogéneos aluviales y coluviales (q ₂)	23
7.6 Sedimentos de planicie húmeda (q ₁)	23
8 TECTONICA	23
9 GEOLOGIA HISTORICA	26
10 GEOLOGIA ECONOMICA	27
11 BIBLIOGRAFIA	29

El programa de mapeamiento geológico continúa con la hoja cartográfica 5670 Coronel Oviedo, con los objetivos de sistematizar el proceso, complementar el esquema estratigráfico, con el mapeamiento de áreas importantes, para el entendimiento regional de la geología y de esa manera definir sus aplicaciones directas e indirectas al desarrollo de las poblaciones de la zona.

La metodología utilizada consiste en una interpretación previa, tomando como base imágenes satelitarias y/o fotografías aéreas, con la complementación geológica descriptiva de campo, el análisis de datos de perforaciones existentes de la zona y descripciones petrográficas de muestras colectadas. El estudio de trabajos anteriores adiciona importantes datos a las interpretaciones de las problemáticas presentadas.

La hoja se ubica en el cuadrante 56°00' - 56°30' de longitud oeste y 25°00' - 25°30' de latitud sur, abarcando una superficie de 2765 km². *Sus principales vías de acceso son las rutas N° 2 Mcal. José Félix Estigarribia, que llega de Asunción desde el oeste a la ciudad de Coronel Oviedo y conecta al este con Caaguazú, la N° 3 Gral. Elizardo Aquino parte de Coronel Oviedo y se dirige al norte, pasando por Carayao, además numerosos ramales y caminos vecinales conectan los pueblos y compañías entre sí.*

La morfología del área se caracteriza por el contraste de serranías al este, con elevaciones promedio de 300 metros y amplias áreas

pantanosas al oeste, de 80 a 100 metros de altura.

La estratigrafía de la hoja se caracteriza principalmente por la presencia de la unidad sedimentaria clástica permocarbonífera/triásica, depositada en un ambiente evolutivo continental costero y marino raso, donde el nivel relativo del mar y las condiciones climáticas, juegan un papel importante en el aporte sedimentario y en la implantación de los diferentes ambientes de sedimentación. Los ambientes de sedimentación depositan diamictitas, arcillitas, una gran variedad de areniscas y hasta calizas en el transcurso del tiempo geológico.

La evolución geológica regional ha sido afectada por cinco eventos tectónicos de diferentes magnitudes y direcciones preferenciales, siendo el Ciclo Subatlántico el de mayor significación en área de la hoja. Este evento fractura el área en direcciones preferenciales noroeste-sureste y su conjugada, las que son aprovechadas por el magmatismo cretácico, para intrusión de diques y sills, produciendo silificación en las sedimentitas preexistentes. Estas estructuras controlan posteriormente el modelado del paisaje.

Los recursos geológicos económicos de la zona se restringen principalmente, a la explotación de piedra bruta para la construcción, ripios para mejoramientos de caminos y rocas ígneas basálticas para materia prima asfáltica.

1 INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

La Dirección de Recursos Minerales del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) conjuntamente con el Instituto de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) de la República de Alemania, dentro del marco de la Cooperación Geológica Paraguayo-Alemana y como parte del programa de mapeamiento geológico sistemático a escala 1:100 000 del Paraguay Oriental, realiza el programa de levantamiento geológico del área correspondiente a la hoja cartográfica «5670» Coronel Oviedo, siguiendo de esta manera el levantamiento geológico regional de áreas importantes para el entendimiento de la evolución tecto-estratigráfica de la geología del país.

El levantamiento geológico de campo se proyecta y parte de él se ejecuta dentro del cronograma del año 1997. Teniendo en cuenta la complejidad litoestratigráfica de las secuencias sedimentarias de área, resultados de la etapa inicial, en el año 1998 el mapeamiento en detalle es completado con el análisis estratigráfico regional, tomando como base la geología superficial, se proyecta este a subsuperficie con el estudio de 49 pozos de perforación. La correlación litológica de los mismos, el análisis paleoambiental y la definición de las principales facies de sedimentación, provee la información necesaria para la caracterización y mapeamiento de litofacies de importancia en el conjunto de unidades identificadas en el área.

1.2 OBJETIVOS Y METODOLOGIA

Los objetivos generales del programa de levantamiento geológico, desde el inicio ha sido el de sentar las bases para el mapeamiento sistemático a escala 1:100.000, además el de unificar criterios estratigráficos y/o de nomenclaturas, para las diferentes unidades geológicas componentes de la estratigrafía de la Región Oriental del Paraguay. Estos mismos objetivos son aplicables al levantamiento geológico de la Hoja «5670» Coronel Oviedo, considerando la importan-

cia económica y científica de las unidades geológicas presentes en el área. Además la ubicación geográfica de la zona permite el estudio de las unidades componentes y la complementación de las mismas en la estratigrafía del país, a fin de sistematizarlos en el contexto regional.

El trabajo se inicia con la recopilación bibliográfica de trabajos anteriores, con el objeto de preparar un listado de las unidades geológicas componentes del área y obtener un esquema regional de la distribución y estructuración de las mismas.

La evaluación bibliográfica va acompañada de interpretación geológica/estructural de imágenes satelitarias, a la misma escala de la carta topográfica y fotografías aéreas a escala 1:50.000. Los resultados obtenidos proporcionan el mapa base de áreas aflorantes, la caracterización de áreas litológicamente semejantes y el esquema tectónico de la zona.

En el levantamiento geológico preliminar se realiza una revisión de los diferentes afloramientos y las litologías indicadas en el mapa base, este proceso sirve para la definición de las unidades geológicas componentes del área y la delimitación de contactos geológicos entre las mismas. El trabajo de campo preliminar es acompañado por el análisis de los pozos distribuidos en el área.

El levantamiento geológico en detalle es iniciado una vez definidas las unidades litoestratigráficas a ser mapeadas. Este se realiza con una minuciosa descripción de cada uno de los afloramientos identificados en la fase preliminar, y es siempre acompañada con reconocimiento de los alrededores, para la ubicación de nuevos locales de estudio. Seguidamente la toma de muestras es realizada para cada uno de los elementos litológicos componentes del local, estas son debidamente etiquetadas y codificadas en campo, para posteriormente ser incluidas en el archivo de muestras general. Estas muestras quedan a disposición para posteriores análisis, ya sean petrográficos, geocronológicos u otros específicos en caso de necesidad.

El estudio de los pozos del área que viene acompañando el mapeamiento desde el principio es intensificado en esta fase. Este es-

tudio se basa en la correlación de los pozos entre sí y estos con la superficie, permitiendo una mejor delimitación de los contactos geológicos y la caracterización de los ambientes de sedimentación, además el comportamiento de las rocas ante estructuras posteriores.

Como base del mapeamiento se utiliza la hoja cartográfica a escala 1:100.000, denominada Coronel Oviedo y numerada 5670, y como apoyo en campo las cartas Coronel Oviedo, Carayao, San Joaquín y Caaguazú a escala 1:50.000.

La transcripción de un local o área de referencia se realiza tomando como base coordenadas UTM (Transversal Universal Mercator) para la región Oriental del Paraguay. Estas coordenadas son expresadas de forma simplificada, tomando en cuenta solamente los números del tipo grande, por ejemplo: 7125^{000m} . N., estimándose los valores decimales del intervalo de cuadrícula entre la línea mencionada y el punto ha ser indicado, como lo indica las especificaciones de la carta. Los valores son transcritos entre barras, anteponiendo el valor de la abscisa a la ordenada.

Concomitantemente a la fase de levantamiento de campo en detalle, en gabinete se transcriben los datos geológicos en los mapas, los que van siendo modificados a medida que los afloramientos son descriptos y las estructuras verificadas. Esta etapa culmina con el mapa geológico preliminar, sobre el cual se ajustan los detalles, tomando como base los datos provenientes de estudios petrográficos, geocronológicos, tectónicos y subsuperficiales. El ajuste de los detalles, la definición de colores y/o simbologías, además de la estructuración del mapa en general son los últimos pasos en la edición borrador del mapa geológico final.

1.3 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Las rocas aflorantes en el área de la hoja han sido estudiadas dentro del contexto de la estratigrafía del Paraguay, por Harrington (1950). Este autor cita ocurrencias de conglomerados glaciales, areniscas y arcillitas de la Serie Tubarão, de edad Carbonífero

Superior Pérmico Inferior, en concordancia con la unidad postglacial constituida de areniscas y arcillitas, de ambiente continental, del Pérmico Superior, bajo la denominación de Serie Independencia. El mismo autor también emplea por primera el término Formación Misiones para designar rocas clásticas de color rojo, asignándoles edad Triásica. Eckel (1959) correlaciona las unidades sedimentarias permocarboníferas y mesozoicas con formaciones brasileras de la misma edad. Posteriormente Putzer (1962) describe vegetales fósiles en la secuencia pérmica.

Hutchison (1979) separa una unidad inferior de otra superior en lo que denomina rocas permocarboníferas, diferenciándolas principalmente por sus características ambientales, siendo la secuencia inferior principalmente conglomerádica y la secuencia superior una típica alternancia areno-arcillosa. Al designar las areniscas mesozoicas este autor describe una unidad inferior de origen fluvial y una unidad superior de ambiente característicamente eólico.

Trabajos de exploración y prospección realizados por *The Anschutz Co.* (1972/1982) definen la unidad permocarbonífera subdividida en dos grupos, Grupo Coronel Oviedo y Grupo Independencia, siendo este último constituido por las formaciones San Miguel, Tacuary, Tapytá y Cabacué.

El Proyecto PAR 83/005 (1986) define dentro de la unidad permocarbonífera una secuencia sedimentaria inferior como Grupo Coronel Oviedo, esta incluye litofacies glaciales, tales como diamictitas, ritmitas, arcillitas y areniscas. Concordantemente a la primera, la unidad superior es denominada Grupo Independencia, en ella se reconocen solo las dos formaciones inferiores reconocidas por *The Anschutz Co.* Los mismos autores diferencian las sedimentitas de los alrededores de Asunción, de las areniscas de la Formación Misiones de edad Triásica-Jurásica.

Posteriormente Wiens (1991) menciona las rocas del Grupo Coronel Oviedo, definiéndolas como formadas en un ambiente glaciomarino-lagunar y fluvial. Este mismo autor reconoce areniscas en camadas macizas y con estratificación planoparalela y cruzada

con base conglomerádica, en una localidad tipo en la ciudad de San Juan Bautista, como rocas de la Formación Misiones.

Los programas de prospección de petróleo Texaco (1991) perforan pozos estratigráficos en la secuencia pérmica, definiendo las diferentes litofacies componentes de la unidad. Trabajos específicos de correlación entre pozos perforados por *The Anschutz Co.* y el pozo Mallorquin 1 Thornburg (1989) describen la diversidad paleoambiental de la Formación San Miguel.

Harrington (1950) describe al noreste del país extensos derrames basálticos, a los cuales denomina rocas eruptivas de Serra Geral, los clasifica como rocas basálticas de color oscuro, afanítica, en partes porfíricas y amigdaloides.

Eckel (1959) menciona las mismas rocas como aflorantes a lo largo del Río Paraná, haciendo mención a las diabasas de la Cordillera de los Altos y Caaguazú. Este autor los describe como basaltos de color oscuro, de textura afanítica y ocasionalmente amigdaloides.

También Putzer (1962) se refiere a los derrames basálticos como equivalentes a la Formación Serra Geral de Brasil, de edad jurásica cretácica.

Anónimo (1966) adopta el nombre de Formación Misiones para las areniscas de ambiente eólico y fluvial, considerando que las sedimentitas de los alrededores de Asunción corresponden a la facie fluvial de esta unidad, atribuyéndole edad jurásica a las mismas. Este trabajo propone la denominación de Formación Alto Paraná para los derrames y diques basálticos descritos en el área de la Cuadrícula 40 Itá.

The Anschutz Co. (1981) adopta la denominación Formación Alto Paraná, para las rocas extrusivas básicas, en derrames sobre e intercaladas con areniscas de la Formación Misiones y diques intruyendo rocas preexistentes.

El Proyecto PAR 83/005 (1986) define los derrames como basaltos toleíticos de edades entre 127 y 108 Ma, relacionando el evento al magmatismo basáltico de la Cuenca del Paraná.

2 GEOGRAFIA

2.1 UBICACION

La Hoja «5670» Coronel Oviedo abarca una superficie de 2.765 Km² aproximadamente, íntegramente en el Departamento de Caaguazú. Recibe su nombre de la ciudad de Coronel Oviedo, capital del departamento, ubicada en el extremo suroeste de la hoja, distante 134 km de Asunción. La hoja limita al norte con la hoja «5671» San Estanislao, al sur con la hoja «5569» Villarrica, al este con la «5770» Dr. Juan Manuel Frutos y al oeste con la hoja «5570» Itacurubí de la Cordillera (Fig. 1).

El cuadrante de la hoja se ubica entre las coordenadas 56°00' - 56°30' longitud oeste y 25°00' - 25°30' latitud sur (UTM: 550.000- 600.000 E/7.180.000- 7.239.000 N).

La principal vía de acceso desde Asunción es la Ruta N° 2 Mcal. José Felix Estigarribia, que llega a la ciudad de Coronel Oviedo desde el oeste y sigue hacia Caaguazú, a lo ancho del extremo sur de la hoja. Desde Coronel Oviedo la Ruta N° 3 Gral. Elizardo Aquino se dirige al norte pasando por el pueblo de Carayao, ubicado en el centro oeste de la misma. Numerosos ramales sin asfalto y caminos vecinales comunican los pueblos y las compañías entre sí. La accesibilidad se dificulta en zonas morfológicamente bajas y en el margen este de la hoja.

2.2 FISIOGRAFIA

La morfología del área de la Hoja Coronel Oviedo se presenta accidentado, con serranías y pantanos. En el borde este las cordilleras de Tayao Paú y Caaguazú se extienden como una plataforma, en contraste con las planicies húmedas del oeste (esteros: Tobatiry, Plamtel, Lejía, Jhugua Trampa y Tacuary).

En el borde oeste (Fig. 2) las áreas pantanosas se asocian con alturas que oscilan entre 80 y 100 m., constituyendo las planicies de inundación de los ríos que drenan la zona, los que permanecen bajo agua en épocas de lluvias. La morfología de este borde se presenta ondulada, con elevaciones redondeadas de hasta 200m. de al-

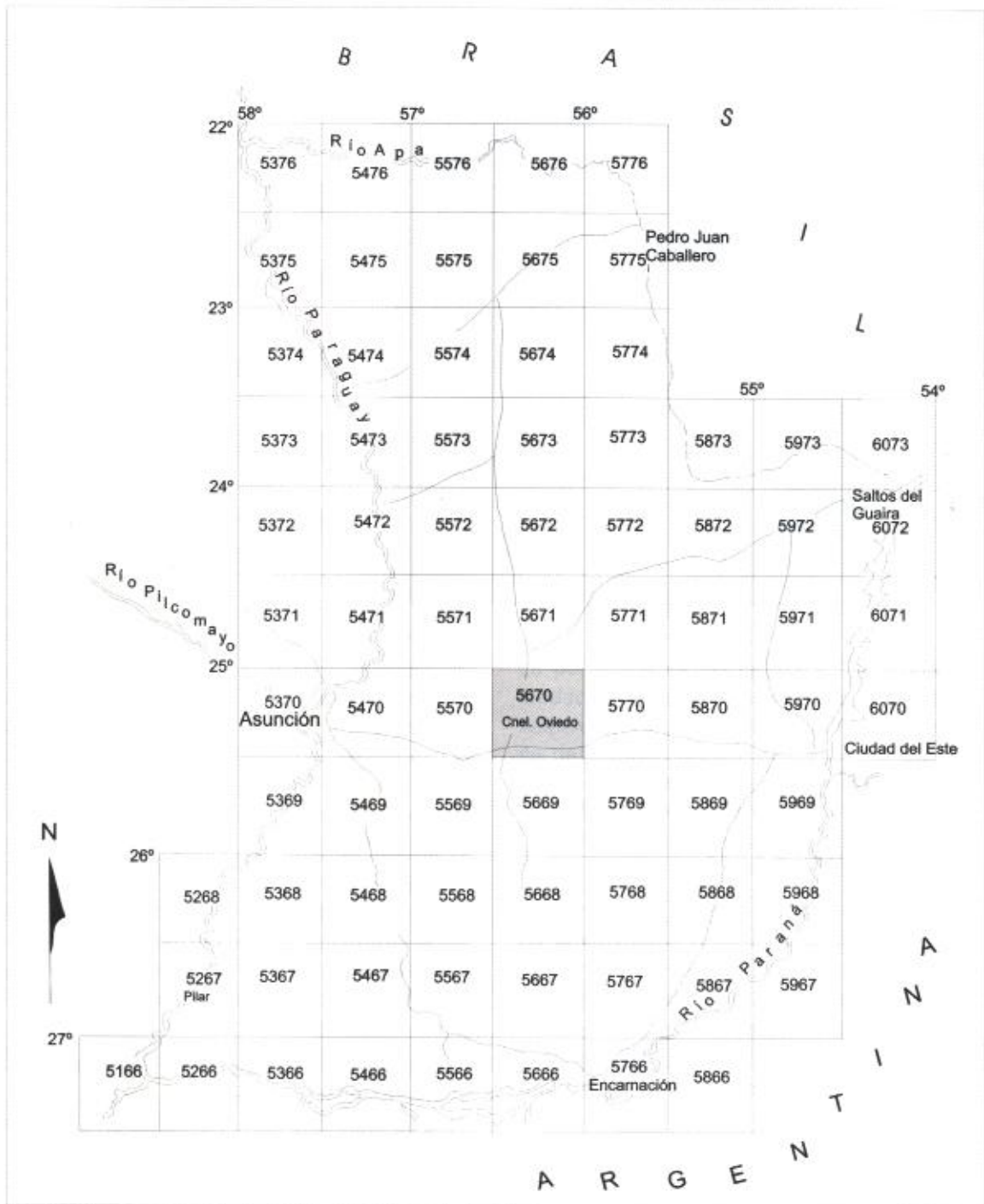


Fig. 1: Mapa de ubicación de la Hoja 5670 Coronel Oviedo

tura, que se alternan con los valles inundables de los arroyos Tobatiry y Hondo.

Desde el centro de la hoja hacia el este la morfología muestra un constante ascenso hasta las cordilleras de Tayao Paú y Caaguazú, con alturas de 300 a 350 m.,

formando una plataforma en el borde este. En el paisaje noreste de la hoja se destaca el cerro San Joaquín, como el punto más elevado de la misma. Este cerro presenta una altura máxima de 428 m. en la plataforma de 350 m de altura.

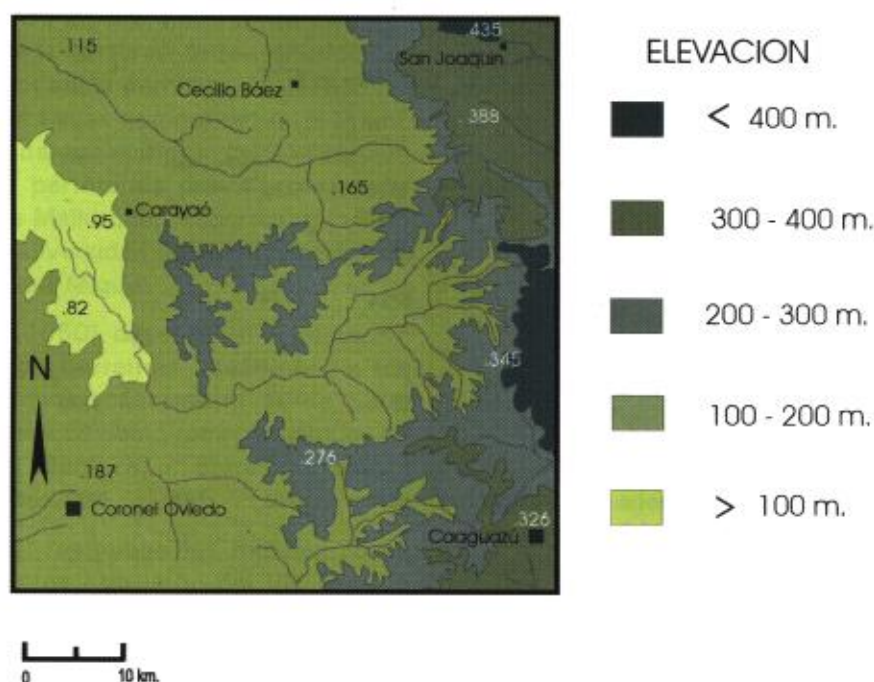


Fig. 2 Bosquejo fisiográfico de la Hoja Coronel Oviedo

2.3 HIDROGRAFIA

Las características del drenaje son muy marcadas en el área y pueden subdividirse en tres:

- 1 El borde este de la hoja, con drenaje del tipo paralelo en dirección general sures-te,
- 2 El centro del cuadrante con drenaje dendrítico y
- 3 El oeste de la misma con drenaje también del tipo paralelo pero de planicie esteral.

Los principales colectores de agua son los arroyos Hondo y Tobatiry, que drenan la zona principalmente de este a oeste.

El arroyo Hondo presenta inicialmente drenaje del tipo dendrítico en sus tributarios secundarios bajando la cordillera. Este pasa a mostrar trazos alargados, suavemente sinuoso, al alcanzar la planicie, debido a la pérdida de energía, formando en esta área los pantanos Jhugua Trampa, Lejía y Plamtel.

El arroyo Tobatiry presenta en general las mismas características que el anterior, con la diferencia que sus aguas drenan en sentidos opuestos y convergen en el estero Tacuary. Numerosas lagunas colgantes se observan a lo largo del cause principal, formando la planicie del estero.

En general los arroyos Hondo y Tobatiry presentan control tectónico en sus transcurso. Esto se distingue principalmente en el borde oeste de la hoja, con dirección general noroeste y en algunos trazos angulosos.

3 CLIMA Y VEGETACION

Teniendo en cuenta la morfología del área la vegetación es específica para cada microclima. Las cordilleras constituyen las áreas boscosas y se caracterizan por vegetación arbórea. Mientras que las áreas bajas, contienen una gran variedad de especies gramíneas y ciperáceas.

4 SUELOS

El paisaje del área de la Hoja Coronel Oviedo presenta principalmente 3 aspectos distintivos: lomadas, llanuras y serranías (Tabla 1). Cada uno de ellos con suelos residuales y/o transportados, caracterizados fundamentalmente por la presencia de sedimentos arenarcilloso, provenientes de la diversidad clástica de la unidad permo-carbonífera/triásica.

Las áreas típicamente de llanuras representan gran parte de las planicies de inundación o esterales, con alturas menores que 100 m (Fig. 2). Los suelos de los ordenes Alfisol/Ultisol (6, 7, 8 y 9; Fig. 3) presentan características texturales areno/arcillosa, drenaje pobre, mayormente inundado y roccidad nula. Constituyen principalmente suelos transportados de áreas positivas.

Las lomadas con alturas que oscilan entre 100 y 200 m (Fig. 2) constituyen el mayor paisaje de la hoja. Los grupos clasificados del 1 al 5 y del 10 al 21 (Fig. 3) se caracterizan por la presencia de sedimentos arenosos de variada granulometría, de grueso a muy fino, todos provenientes principalmente de areniscas y siltitas. Estas lomadas presentan drenaje bueno a moderado y pequeña a casi nula roccidad.

Las serranías presentes principalmente en el borde este de la hoja, llegan a alturas de 300 a más de 400 m (Fig. 2). Los suelos de los tipos 22 y 23 (Fig. 3) de estas áreas

consisten en su mayor parte grandes espesores de arenas y arcillas provenientes de areniscas. Los mismos presentan drenaje excesivo, roccidad moderada (Tabla 1).

La caracterización de los suelos ha sido realizada como complemento de la geología, tomando como base el mapa de suelos de la Región Oriental (López et al., 1995), con los objetivos de relacionar los mismos con las diferentes litologías de proveniencias, además de mostrar las características para sus posibles utilidades.

La clasificación del mapa se basa en los criterios básicos de los ordenes de suelos, clasificando los mismos de acuerdo a las características texturales, el paisaje, la proveniencia del material, el relieve, la densidad del drenaje y la presencia de afloramientos rocosos.

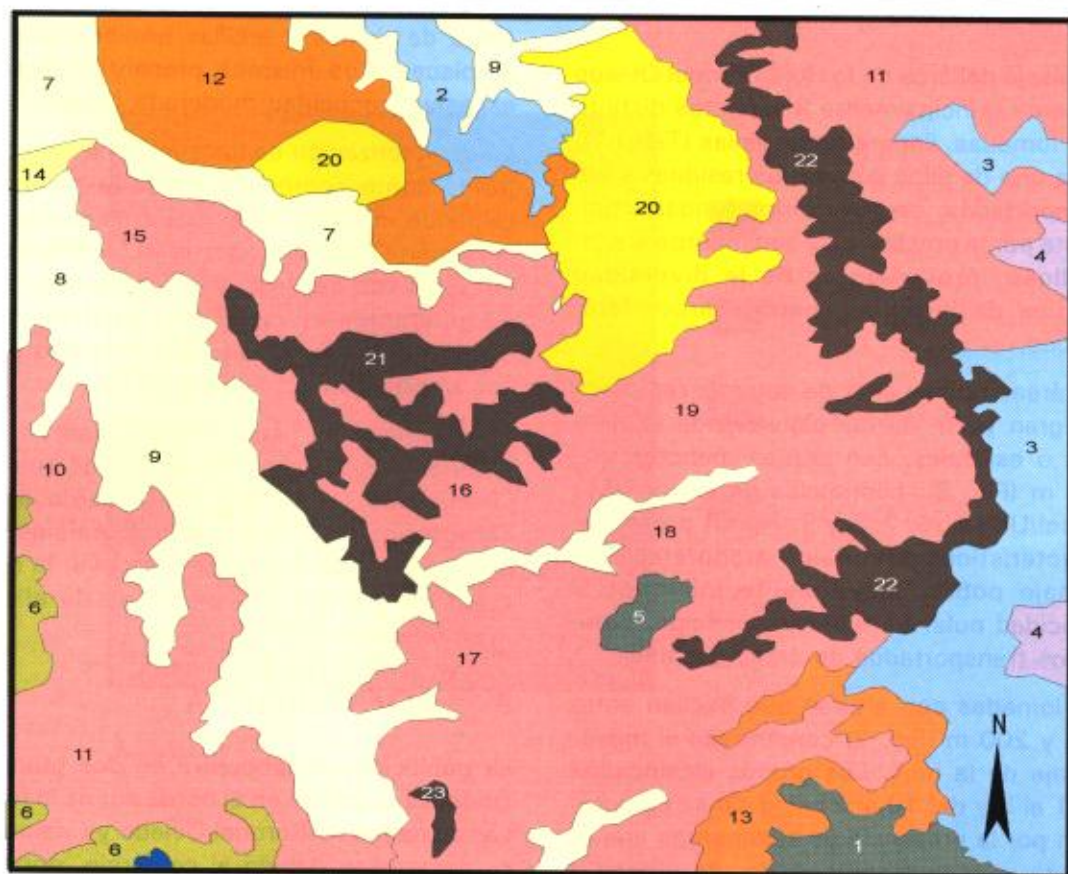
5 SOCIOLOGIA

La población se concentra en dos grandes ciudades ubicadas en el borde sur de la hoja. Las ciudades de Coronel Oviedo y Caaguazú se desarrollan debido al comercio, por tratarse de centros de distribución. Poblaciones menores se hallan en el área, tales como Carayao, Cecilio Baéz, San Joaquín y Cuart Potrero. Poblaciones aisladas pueden ser encontrados en casi todo el área y ninguno en las áreas inundables de los pantanos.

Los recursos económicos provienen principalmente de la explotación de los recursos

ORDEN	GRANGRUPO	SUBGRUPO	Nº	SUBDIVISION TEXTURAL	PAISAJE	MATERIAL DE ORIGEN	RELIEVE %	DRENAJE	ROCCIDAD	
Ultisol	Paleudult	ArenicRhodic	1	Arenoso	Lomada	Arenisca	0 a 3 / 3 a 8	Bueno		
			2	Francosa gruesa						
		Rhodic	3	Francosa fina						
		Typic	4							
Alfisol	Paleudalf		5				Moderado			
		Aquic	6				Pobre			
Alfisol/Ultisol	Paleudalf/Albaquult	Aquic/Typic	7	Arenosa/arcillosa	Llanura	Sedimento aluvial	0 a 3	Muy pobre	Nula	
			8	Francosa fina/arcillosa				Inundado		
			9					Muy pobre		
Alfisol	Paleudalf	Arenic	10	Arenosa	Lomada	Arenisca	0 a 3 / 3 a 8	Bueno		
			11							
			Grossarenic	12						Francosa gruesa
			Mollic	13						
		Typic	14	Francosa fina						
			15	Arcillosa						
	16									
Alfisol/Ultisol	Rhodudalf/Paleudult	Rhodic	17			3 a 8 / 8 a 15				
Alfisol	Rhodudalf		18		Lomada	Arenisca fina	0 a 3 / 3 a 8	Bueno		
			19							
			20	Francosa gruesa						
Alfisol	Hapludalf	Oxyaquic	21	Arcillosa			0 a 3	Moderado		
			22	Francosa gruesa	Serranía	Arenisca	8 a 15 / > 15	Excesivo	Moderada	
	23	Arcillosa								

Tabla 1: Características de los diferentes ordenes de suelos de la Hoja Coronel Oviedo



0 10 km.

REFERENCIA

Simbología de las unidades taxonómicas de suelos

1	U6.1 La A/B2n	9	A7.3/U1.5 Lls A5n	17	A14.4/U10.5 La B/C2n
2	U10.2 La A/B2n	10	A9.1 La A2n	18	A14.4/U10.5 La A/B2n
3	U10.3 La A/B2n	11	A9.1 La A/B2n	19	A14.4 La A2n
4	U11.3 La A/B2n	12	A10.1 La B/C2n	20	A16.2 La A3n
5	U14.3 La A3n	13	A12.2 La B/C2n	21	E8.4 La C/D1m
6	A7.3 Lls A4n	14	A13.3 La B2n	22	E8.2 Sa C/D1m
7	A7.1/U1.5 Lls A5n	15	A14.4 La A/B2n	23	E8.4 Sa C/D1m
8	A7.3/U1.5 Lls A6n	16	A14.4 La B/C2n		

Ref: López et al., 1995

Fig. 3: Mapa taxonómico de suelos de la Hoja Coronel Oviedo

forestales y la comercialización de productos terminados de la madera, además de la agricultura, la ganadería, como alternativas. La agricultura y la ganadería se restringen a

áreas de bosques ya explotados, en forma de cultivos y establecimientos ganaderos de mediana envergadura.

El aprovechamiento de los recursos naturales no renovables consiste en la explotación de rocas para la construcción, en forma de piedra bruta y de roca de ornamentación.

6 GEOLOGIA REGIONAL

El área de la Hoja Coronel Oviedo abarca una pequeña parte del margen occidental de la Cuenca de Paraná. El contenido de esta cuenca constituye una sucesión de sedimentitas gondwánicas, dispuestas en discordancia sobre rocas antiguas de cratones circundantes y limítrofes, y recubiertas e intruidas por rocas volcánicas y plutónicas de eventos magmáticos posteriores.

El cratón del Río Tebicuary, ubicado al suroeste del área de esta hoja está compuesto por un conjunto de rocas metamórficas derivadas de ígneas y sedimentarias, cuyas edades son del Proterozoico Inferior y hasta más antiguo (Wiens, 1984; Loshe, 1990), además de rocas metasedimentarias de edad Proterozoico Medio al Superior (Cubas et al., 1997), e ígneas ácidas a intermedias, volcánicas y plutónicas de edad cámbrica (Bitschene & Lippolt, 1986), culminando su evolución al final del Ciclo Brasiliano.

El registro sedimentario gondwánico de la Cuenca del Paraná en el margen del Cratón Río Tebicuary constituye un conjunto de secuencias depositadas a partir de Ordovícico Superior, en un paleoambiente evolutivo y cambiante, donde el nivel relativo del mar, la proveniencia sedimentaria y las condiciones climáticas juegan un papel importante en las características de cada una de ellas. Este conjunto sedimentario se dispone en una sucesión cronológica desde el cratón hacia el este, de esta manera la secuencia clástica ordovícico/silúrica se dispone en discordancia sobre rocas precámbricas, seguida por las secuencias devónica y permocarbonífera/triásica.

Las diferentes unidades sedimentarias de la Cuenca del Paraná se inician con deposición continental del tipo conglomerados, in-

tercalados con areniscas conglomerádicas, que pasan gradualmente a areniscas, formando el conjunto de rocas clásticas gruesas del Grupo Caacupé. Estas sedimentitas regionalmente se extienden en discordancia sobre el basamento, exhibiendo contacto gradado, o con ausencia de conglomerado. En concordancia las sedimentitas del Grupo Itacurubí son principalmente constituidos por areniscas finas, lutitas y arcillitas, altamente fosilíferas, por lo que constituyen los soportes geocronológicos de la unidad, de edad llandoверiana Silúrico Inferior.

Las rocas devónicas propiamente dichas no son observados directamente en el campo, se conocen registros de ellas en los pozos Asunción 1 y 2 (Pecten, 1982), en los cuales se describen alrededor de 450 m. de sedimentos devónicos (Petropar, 1993). Además rocas clásticas gruesas reposan en discordancia sobre el Grupo Itacurubí, en los alrededores del pueblo de Arroyos y Esteros (Formación Santa Elena; González et al., 1994), estas a pesar de no ser datables son consideradas de edad Silúrico Superior al Devónico (Dionisi, información personal)

La unidad permocarbonífera/triásica se dispone en discordancia sobre sedimentitas de las secuencias del Paleozoico Inferior. Esta contiene rocas clásticas agrupadas en la Formación Coronel Oviedo como base, seguidas por el Grupo Independencia y la Formación Misiones.

El evento tectónico sudatlántico a partir del Triásico y principalmente en su etapa de apogeo, durante el Cretácico modifica las características evolutivas de la cuenca, orientando la sedimentación en dirección general noroeste y sus conjugadas sureste, intruyendo y cubriendo rocas preexistentes con magmatitas de la Suite Magmática Alto Paraná.

La morfología actual de área de la hoja y sus alrededores, producto de tectonismos y erosiones se comporta con formas de serranías alargadas y redondeados, en contraste con valles cubiertos con sedimentación reciente.

7 ESTRATIGRAFIA

Las rocas permocarboníferas han sido objeto de numerosos estudios en toda la Cuenca del Paraná, ya que su importancia económica radica principalmente en su característica como roca reservoria de hidrocarburos. Estas propiedades son conocidas, evaluadas y desde hace poco tiempo explotadas en otras áreas de la cuenca. La Formación San Miguel constituida de areniscas porosas y permeables es la unidad más favorable para la prospección de los mismos. Otra importancia económica de estas rocas radica en el contenido de uranio y en menor escala la presencia de niveles calcáreos en la Formación Tacuary.

La secuencia permocarbonífera/triásica de la hoja constituye una depositación continua con contactos concordantes, evolutivos, en un ambiente dinámico continental, costero y marino raso, donde el nivel relativo del mar y las condiciones climáticas juegan un papel muy importante en el aporte de sedimentos y en los diferentes ambientes de depositación.

Las zonas emergentes cratónicas ubicadas al norte y sur y rocas del Paleozoico Inferior al oeste constituirían durante el permocarbonífero las áreas de proveniencia, para los depósitos sedimentarios de las formaciones Coronel Oviedo, San Miguel, Tacuary y Misiones. La emersión de las áreas preexistentes es debido al levantamiento por efecto de la Epirogénesis Eoercyniana, durante el Carbonífero Inferior a Medio. Además el posicionamiento del paleopolo sur con respecto a la Cuenca del Paraná (entre 30 y 60°), durante el Carbonífero Superior y el Pérmico Inferior, condiciona la cuenca a características climáticas de glaciación.

A partir del Carbonífero Superior la Cuenca del Paraná se comporta como una cuenca intracratónica del tipo rampa (Van Wagoner et al., 1990), característica que adquiere como efecto de un reajuste tectónico común en este tipo de cuencas. Las cuencas intracratónicas se caracterizan por poseer grandes dimensiones, buzamientos suaves, líneas de tiempos horizontales y una historia evolutiva de largos periodos de lenta acumulación sedimentaria, interrumpidos

por igualmente largos periodos de erosión (Della Fávera, 1995).

La secuencia paleozoica superior constituye una sedimentación continua, con una gran variedad litológica y de texturas, debido a la diversidad de subambientes costeros y su evolución, implantados a través del tiempo geológico, como efectos de las variaciones del nivel relativo del mar y las condiciones climáticas reinantes. Diamictitas, ritmitas, arcillitas y areniscas son comunes en la base, conformando la Formación Coronel Oviedo; areniscas, siltitas y hasta calizas se encuentran en la parte media a superior, constituyendo el Grupo Independencia con sus formaciones y miembros, cerrando la secuencia arenisca de la Formación Misiones.

7.1 FORMACION CORONEL OVIEDO (c)

Las primeras referencias de rocas clásticas de origen glacial han sido mencionadas por Harrington (1950), este autor posiciona estratigráficamente el conjunto de rocas en el Carbonífero Superior al Pérmico Inferior, y correlaciona las mismas con rocas de edades similares de la Cuenca del Paraná en territorio brasileño. Putzer (1962) describe areniscas y tillitas de la misma edad y los denomina Formación Tubarão. Hutchinson (1979) define la secuencia permocarbonífera como constituidas por areniscas conglomerádicas, siltitas y arcillitas. Similares trabajos realizados por el Proyecto PAR 83/005 (1986) describen el mismo conjunto de rocas, diferenciando en el diamictitas, arcillitas, areniscas y ritmitas, agrupados como Grupo Coronel Oviedo.

Las sedimentitas de esta unidad en la hoja se restringen al borde oeste de la misma, en contacto discordante con rocas pre-existentes (silúricas, devónicas), en la hoja contigua. Pequeños y escasos afloramientos forman el conjunto de las mismas, ubicados principalmente en los alrededores de la ciudad de Coronel Oviedo, en la base del Cerro Parigini y en el extremo noroeste del área. En estos afloramientos se han diferenciado cuatro litotipos:

areniscas y arcillitas intercaladas: constituyen areniscas claras de granulometría fina a

muy fina, de granos redondeados a subredondeados, con estratificación cruzada, dispuestos en capas de 7 a 10 cm de espesor, creciente hacia arriba, intercaladas con arcillitas también de color claro, en espesores decrecientes de 1 cm a 30 cm (Foto 1). Este conjunto se presenta con formato planoparalelo y se hallan cortadas por canales de sedimentos gruesos conglomerádicos.



Foto 1: Areniscas con estratificación cruzada hummocky intercaladas con arcillitas, dispuestas con formato planoparalelo, depósitos tempestíticos cortados lateralmente por diamictitas. Formación Coronel Oviedo (57,75 E /87,59 N)

diamictitas: estas rocas son típicamente mal seleccionadas y con gran variedad de materiales componentes (Foto 2), en su mayoría la matriz está compuesta de arcillita, siltita y arena de grano fino. Los clastos son redondeados a subredondeados, de variados tamaños, desde guijas hasta bloques, de formas circulares, oblatos, elipsoidales y planares, con evidencias de desgaste por transporte glacial. La composición de los mismos es principalmente granito, aunque rocas metamórficas, areniscas silicificadas, cuarcitas y mineral de cuarzo también se hallan presentes. En general las diamictitas constituyen rocas pobremente seleccionadas, formadas por retrabajamiento rápido y redepositación por flujo de lodo subacuoso, en forma de deslizamiento de detritos, donde gran cantidad de detritos son rápidamente descargados por glaciales, ríos y arroyos periglaciales hasta dentro del mar o grandes lagunas. Este fenómeno es observado debido a los contactos laterales entre estas con areniscas tempestíticas y depósitos de areniscas con dropstones.



Foto 2: Diamictita con clastos de variados tamaños y formas, dispuestos en matriz areno-arcillosa. Formación Coronel Oviedo (55,93 E /82,75 N)

areniscas y siltitas con dropstones: son típicamente características de esta unidad sedimentaria, presentan clastos aislados en muy elevado volumen de matriz (Foto 3). La forma y composición de los clastos es idéntica a los contenidos en las diamictitas, en

cuanto al tamaño es directamente proporcional a la granulometría de la roca en la que se encuentran alojados, de esa manera los bloques y clastos mayores se hallan alojados en areniscas y los guijarros en siltitas. En el extremo noroeste de la hoja (64,99 E / 28,01 N) se observan grandes bloques, en forma de dropstones alojados en areniscas de granulometría media. Estos presentan entre 60 a 70 cm de diámetro en sus ejes mayores, tienen formas elipsoidales, aplanadas en uno de sus extremos. La deformación en la estratificación de las arenas circundante al bloque, es debido al impacto



Foto 3: Arenisca fina con dropstones, depositados por decantación en ambientes periglaciares. Formación Coronel Oviedo (53,85 E /25,60 N)

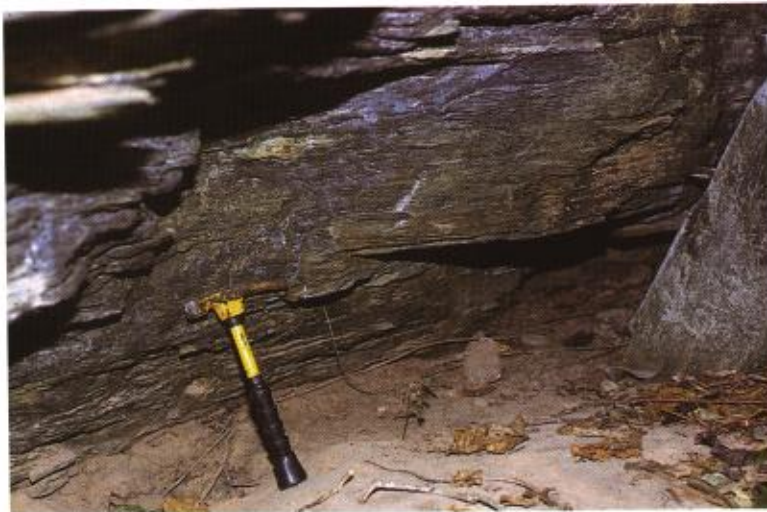


Foto 4: Ritmita, alternación de capas claras y oscuras, Formación Coronel Oviedo

producido por la caída del mismo y la posterior acomodación del sedimento cubriendo el clasto huésped. Petrográficamente el dropstone corresponde a una roca calcárea del tipo marga, lo que indica una probable proveniencia de sedimentitas de edad Eocámbrica (Grupo Itapucumi), con una dirección de transporte del norte hacia el sur. La presencia de dropstones en areniscas y siltitas indican una depositación por decantación (ice-rafted pebbel), producidos por calentamiento de los *icebergues* en mares y lagos.

ritmitas: en el extremo noroeste del mapa, en la localidad denominada Simón Bolívar (64,99 E /28,01 N) en la base de los barrancos de un arroyo, aparece un pequeño afloramiento

de rocas laminadas, estas muestran alternancia de capas de color claro y oscuro. Al microscopio las mismas rocas presentan textura clásica, intercalación de capas claras y oscuras, en disposición paralela a ondulada, en partes discontinua, presentando una apariencia de estratificación tipo flaser. En las capas claras se distinguen granulometría correspondiente a la fracción limo grueso, con matriz arcillosa. Las capas oscuras se caracterizan principalmente por una fracción limo mas fina, con mayor índice de matriz de color marrón oscuro, debido a la oxidación y alteración de los componentes y mayor cantidad de minerales micáceos y opacos. El contacto entre las capas es bastante abrupto, no se observa gradación. La mineralogía en general comprende cuarzo, mica (biotita, muscovita y clorita), feldespato (plagioclasa), minerales opacos y abundante sericita.

Las ritmitas típicas presentan alternancia de delgadas capas, con pocas diferencias en su composición, textura y color, con espesores de 3 a 4 mm.

La alternancia es generalmente producida por repetición regular de cambios, en las condiciones de sedimentación. Las características texturales y estructuras de sedimentación en estas rocas indican que la alternancia de capas claras y oscuras es producida principalmente por cambios de mareas (Foto 4).

Todas las evidencias anteriormente mencionadas indican que al final del Carbonífero e inicio del Pérmico la plataforma Precámbrico/Paleozoico Inferior, al norte y oeste del área Coronel Oviedo se comporta como un alto topográfico, bajo un régimen climático glacial. Lavina & Lopes (1987) sitúan la Cuenca del Paraná en este periodo entre las latitudes 45° a 55° sur, en el límite próximo al máximo avance glacial.

La gran diversidad litológica en la Formación Coronel Oviedo sugiere una amplia diferenciación faciológica lateral y vertical en el área. La presencia de areniscas y arcillitas con estratificación planoparalelas, areniscas con dropstones, diamictitas y rítmicas, indican claramente un ambiente glacial a periglacial continental, transicional y/o marino raso.

7.2 GRUPO INDEPENDENCIA

La primera mención de la presencia de rocas de edad pérmica en Paraguay Oriental ha sido hecha por Beder (1923), al definir fósiles en la ciudad de Villarica. Posteriormente Harrington (1950) describe en las inmediaciones de la misma ciudad una alternancia de areniscas y arcillitas denominándolas Serie Independencia del Pérmico Superior. Eckel (1959) correlaciona esta misma unidad sedimentaria con formaciones brasileñas, como sedimentación de la misma cuenca. Posteriormente Putzer (1962) menciona vegetales fósiles, sugiriendo la misma edad antes mencionada para estas rocas. Herbst (1972) describe *lycopsidae arborescentes* en la Serie Independencia de Harrington.

Trabajos realizados por *The Anschutz Co.*, 1981 proponen la subdivisión del Grupo Independencia en cuatro formaciones (San Miguel, Tacuary, Tapytá y Cabacué), identificados y mapeados en un área, al sur de esta hoja. El Proyecto PAR 83/005 adopta las nominaciones de las dos formaciones inferiores, como únicos integrantes del grupo.

Como parte del programa de exploración de uranio realizado por la empresa *The Anschutz Co.*, Hutchison en 1979 caracteriza las rocas del área Coronel Oviedo como una secuencia permocarbónica, diferenciando en ella dos unidades una inferior y otra superior, basado principalmente en sus características ambientales de deposición.

Thornburg et al., 1989 analiza paleoambientalmente la Formación San Miguel, cor-

relacionando pozos del área centro-oeste de la Región Oriental con el pozo Mallorquín 1 ubicado al este del mismo.

En el mapa geológico de la carta Coronel Oviedo el Grupo Independencia es dividido en dos formaciones: Formación San Miguel y Formación Tacuary.

7.2.1 Formación San Miguel (ps)

La Formación San Miguel es una unidad compuesta de areniscas y siltitas, aflorantes en el borde oeste de la hoja en contactos concordantes, inferior con la Formación Coronel Oviedo y superior con la Formación Tacuary. El contacto inferior es definido tomando como base la falta significativa de dropstones en la Formación San Miguel, con respecto al contenido de los mismos en la Formación Coronel Oviedo. El contacto superior con la Formación Tacuary es definido a su vez en la transición entre el intervalo dominado por areniscas y el intervalo dominado por arcillitas y siltitas.

Tomando en cuenta las características consideradas para la definición del contacto inferior con la formación infrayacentes es importante resaltar que la Formación San Miguel se deposita bajo condiciones post-glaciales.

Litológicamente las sedimentitas de la Formación San Miguel, en su mayor parte son texturalmente maduras a supermaduras, pudiendo diferenciarse desde areniscas conglomerádicas hasta arcillitas:



Foto 5: Detalle de la estratificación truncada (sand) en areniscas finas tempestíticas. Formación San Miguel (67,78 E /92,03 N)



Foto 6: Conglomerado asociado verticalmente con arenisca conglomerádica, con estratificación cruzada acanalada, con clastos de variados tamaños, hasta 30 cm. Formación San Miguel (55,44 E /24,53 N)



Foto 7: Arenisca con estratificación acanalada con drapes de arcillas en el foreset de la estratificación. Formación San Miguel (70,54 E /92,72 N)

areniscas finas intercaladas con arcillitas: los primeros metros de sedimentos hallados en contacto con las rocas característicamente glaciales, consisten de areniscas intercaladas con arcillitas. Esta alternancia en un perfil vertical muestra un notable aumento hacia arriba:

- de areniscas con respecto a arcillitas.
- del espesor de las capas arenosas con relación a las arcillosas.
- de la granulometría muy fina a fina en areniscas.

En las partes más bajas de este conjunto de rocas, las capas arenosas presentan es-

pesores entre 10 a 20 cm, en contraste con 1 a 2 cm en las capas arcillosas. En afloramientos de tramos superiores las capas de muestra espesores que superan los 1,5 m.

Las capas arenosas superiores presentan estratificación cruzada truncada (*swaley cross stratification*) de pequeña escala (Foto 5), donde la estratificación dominante es plana suavemente ondulada y los truncamientos cortan esta laminación (Walker & James, 1992). Esta estructura de sedimentación indica un ambiente de costa dominado por tormentas, donde las mismas retrabajan la sedimentación expuesta.

conglomerados, areniscas conglomerádicas, areniscas: localmente el pasaje de la Formación Coronel Oviedo a la Formación San Miguel presenta conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas. Los conglomerados presentan clastos de variados tamaños, desde pocos milímetros hasta 30 cm. (Foto 6), provenientes de rocas metamórficas (gneis y cuarcitas) e ígneas (granitos), y por lo general son redondeados a subredondeados, de matriz sostenida gruesa a muy gruesa. Gradualmente los conglomerados pasan a areniscas conglomerádicas con clastos que disminuyen en cantidad y tamaño hacia arriba, en matriz gruesa y arcósica en la base pasando a media en las partes superiores, presentan notoria estratificación acanalada. Los tramos superiores de esta unidad clástica muestran areniscas medias con total ausencia de clastos, en capas lenticulares alargadas.

arenisca con estratificación acanalada: es compuesta de areniscas de granulometría gruesa, subordinadamente media, con partes muy gruesas. Se observa estratificación

arenisca con estratificación acanalada: es compuesta de areniscas de granulometría gruesa, subordinadamente media, con partes muy gruesas. Se observa estratificación

acanalada de pequeño, medio a gran porte, con estructuras de sedimentación del tipo *drapes* de arcillitas claras, que intercalan las capas o se hallan en el *foreset* de la estratificación cruzada (Foto 7). Las capas constituyen cuerpos arenosos con geometría lenticular de gran espesor y frecuentemente presenta formato sigmoidal. Las estructuras sedimentarias observadas, tales como la estratificación acanalada y la presencia de *drapes* arcillosos en los *foresets* de las mismas, permite inferir la presencia de un sistema de depositación estuarino, bajo acción de las mareas.

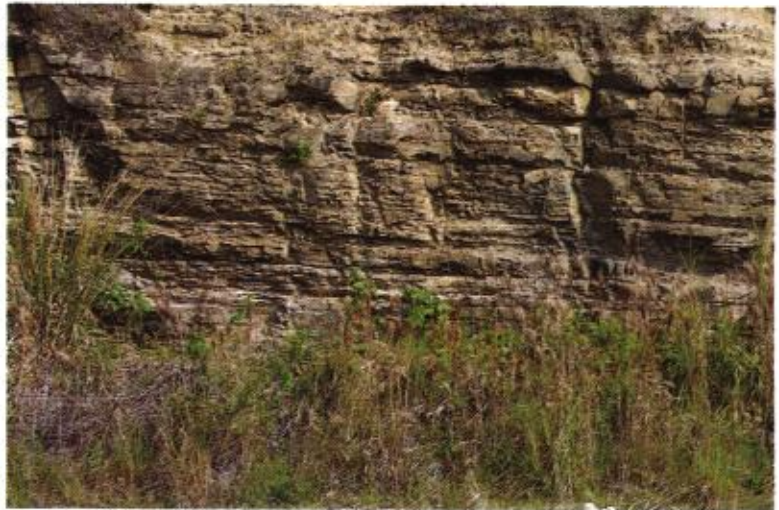


Foto 8: Arenisca fina estrato creciente, en formato planoparalelo, intercalada con arcillitas, mostrando en detalle estructuras de sedimentación *drapes* arcillosos, *flaser* y laminación linsen y wavy. Formación San Miguel (62,17 E /15,60 N)

areniscas cuarzosas finas: constituye de aproximadamente 90 % de areniscas cuarzosas finas y eventualmente muy finas, de colores claros, moderadamente seleccionada y los 10 % restantes se distribuyen en formas de pequeñas intercalaciones arcillosas. Esta unidad se dispone en general con formato planoparalelo, localmente lenticulares. Las capas arenosas presentan espesores de 1 a 10 cm, espesándose hacia arriba (Foto 8). La estructura sedimentaria interna

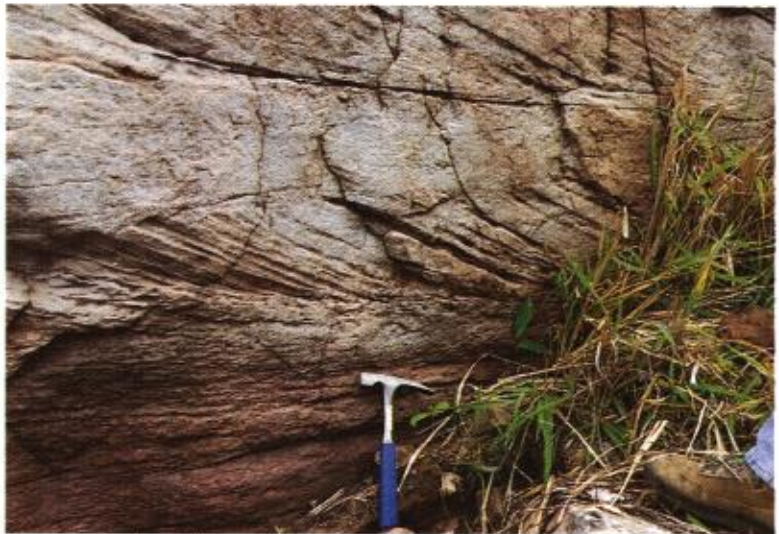


Foto 9: Arenisca fina a media con estratificación cruzada tangencial de gran ángulo, de origen eólico. Miembro Saingó (67,06 E /13,54 N)

en la base de la unidad muestra abundantes *drapes*, estratificación wavy y *flaser* y ondulaciones en el techo de cada capa arenosa, mientras que los tramos superiores presentan estratificación cruzada. Estas estructuras sedimentarias indican ambiente de planicie marea transgresiva, donde los depósitos de planicie de marea infrayacen a los depósitos de planicie de laguna arenosa.

7.2.1.1 Miembro Saingó (pss)

arenas de dunas eólicas: consisten totalmente de areniscas eólicas acumuladas en campos de dunas de costa (Thornburg et al., 1989), ya que pueden observarse la inter-

calación de las mismas con los depósitos lagunares y planicie de marea. En general las areniscas son de granulometría fina a media, muy bien seleccionada y de granos redondeados, con típica estratificación cruzada tangencial de gran ángulo, entre 20° y 30° y laminación cruzada *sandflow* causado por deslizamiento de los granos a través del plano inclinado, y por consecuencia *grainflow* en la base de estratificación (Foto 9). La presencia de arcillitas bioturbadas en el techo de las dunas y en el *foreset* de la estratificación cruzada indican dunas de costa subacuosas. Las capas cruzadas presentan eventualmente espesores de 1 a 4



Foto 10: Arenisca con estratificación ondulada *hummocky* truncada, formando parte de una onda de mayor longitud. Formación Tacuary (87,84 E /27,47 N)

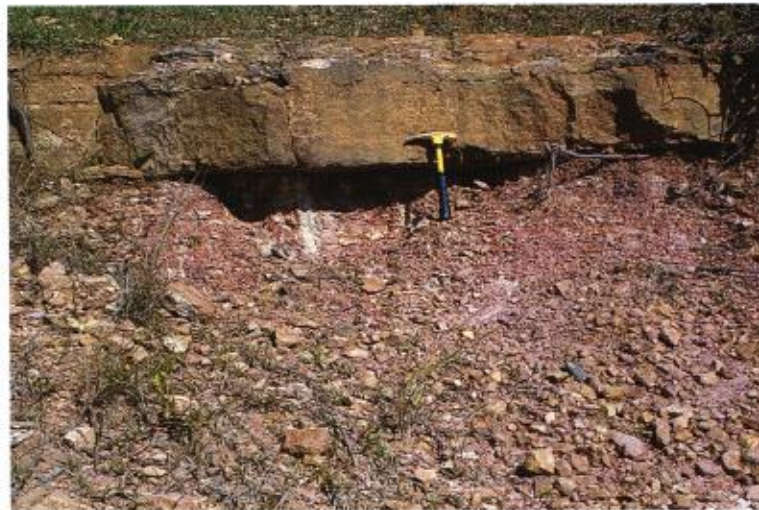


Foto 11: Camada de arenisca con diseño planoparalelo, sobreimpuesto a arcillitas, ciclo tempestítico. Formación Tacuary (85,37 E /82,12 N)

m, siendo los de 2 m los comúnmente encontrados en los afloramientos.

Los pozos ubicados principalmente en el centro y oeste de la hoja presentan espesores de 100 m y hasta más de la unidad eólica intercalada con facies finas lagunares y de planicie de marea, en periodos de pulsos transgresivos, esta migración es observada claramente en afloramientos (62,17 E/15,60 N y 75,22 E/17,16 N).

7.2.2 Formación Tacuary (pt)

La Formación Tacuary se caracteriza fundamentalmente por la predominancia de sedimentos de granulometría fina a muy fina, su contacto inferior con la Formación San Mi-

guel representa la transición entre las litofacies con dominio arenoso a las litofacies con dominio arcilloso con presencia de capas de caliza oolítica (Thornburg et al., 1989) y troncos de maderas silicificadas, característicos en la Formación Tacuary y raros o ausentes en la Formación San Miguel.

La unidad sedimentaria de la Formación Tacuary es caracterizada además por una secuencia alternada, de areniscas finas, siltitas y arcillitas de variados colores. Las capas arenosas se distinguen por sus colores amarillo claro a marrón rojizo, con espesores que comúnmente presentan 10 cm a 1 m, que en algunos locales alcanzan hasta 5 m (87,84 E/27,47 N). Las capas arcillosas presentan espesores entre 1 cm a 1 m y se hallan intercalando las capas arenosas. Este conjunto presenta formato planoparalelo y en parte sigmoidal.

En el contexto general las capas arenosas son estrato decreciente, en sus tramos inferiores, en contacto con las rocas de la unidad subyacente, haciéndose subordinadas

a las espesas capas arcillosas, en la etapa de máxima inundación del tramo transgresivo. Al contrario, en el tramo regresivo las capas arenosas son estrato creciente, intercaladas con pequeños espesores arcillosos, o están ausentes en el techo de la unidad.

areniscas cuarzosas: son constituidas por areniscas cuarzosas, de granulometría media, fina y hasta muy fina, con granos bien seleccionados, redondeados a subredondeados. El color de las rocas es variado, desde amarillo claro a marrón rojizo, cuya principal estructura de sedimentación es la estratificación ondulada truncada *hummocky* (Foto 10). Estas areniscas se desarrollan en la parte distal de la costa *shoreface*, entre

el nivel de acción de las olas normales y las olas producidas por tempestades, en áreas de débil actividad de las mareas. En tramos superiores las capas onduladas arenosas presentan grandes espesores de hasta 5 m, y con grandes longitudes de ondas.

arcillitas: constituyen arcillitas de colores marrón rojizo, verdes y grises, comúnmente se presentan macizas o con pequeñas intercalaciones de siltitas y areniscas en forma de estructuras de sedimentación *wavy*, corresponden a depósitos de costa afuera, bajo el nivel de acción de las olas normales. Estas arcillitas se hallan intercaladas con las areniscas con estratificación ondulada *hummocky* (Foto 11), constituyendo un completo ciclo tempestático, de pequeño espesor en la base de la unidad espesándose en los tramos superiores.

calizas oolíticas: el techo de la Formación Tacuary presenta capas de calizas de colores grises, blanco y rosado, con espesores de alrededor de 1 m, intercaladas con lutitas, de 30 cm a 1 m de espesor. Las calizas presentan estratificación planoparalela, en parte estratificación cruzada, con *drapes* siguiendo dichos planos.

Las oolitas muestran en láminas delgadas formas predominantemente esféricas, algunas alargadas y otras curvadas, de contactos bien nítidos, en parte obliterados por efectos secundarios y cementadas por minerales de calcita y micrita (Benitez & Franco; 1993).

Estructuras diagenéticas en forma de concreciones de sílice y *chert* son características, estos presentan variaciones de tamaños y formas, generalmente son elipsoidales de 2 a 20 cm y 1 a 5 cm de diámetro en su eje mayor y menor respectivamente, por lo general se disponen en los planos de estratificación, o rellenando fracturas. El origen de estas estructuras infrasedimentaria es aparentemente a partir de diatomeas, flagelatas y esponjas silíceas, donde la disolución y la concentración de la sílice son controladas por

temperaturas elevadas y un pH por encima de 8.

La característica oolítica, la estratificación cruzada y la presencia de *drapes* en las capas lenticulares de caliza indican la deposición en una facie de lagunas costeras, sobreimpuesta por arcillitas de costa afuera en periodos de inundación (Foto 12).

7.3 FORMACION MISIONES (tr-j)

Esta unidad sedimentaria ha sido definida por primera vez por Harrington (1950), con el nombre de Formación Misiones, estando la localidad tipo ubicada en San Juan Bautista y de edad triásica. Eckel (1959) concluye que las rocas de esta unidad afloran en una franja con dirección norte sur. Posteriormente Putzer (1962) propone un ambiente de sedimentación eólica para estas rocas. Anónimo (1966) denomina Formación Misiones a las areniscas fluviales de los alrededores de Asunción.

Hutchinson (1979) describe areniscas fluviales y eólicas como constituyentes de la Formación Misiones. El Proyecto PAR 83/005 (1986) engloba las formaciones Tapytá y Cabacú definidas por Carlson (1981) del Pérmico superior, como la base fluvial de las areniscas típicamente eólicas.

La continentalización de la Cuenca del Paraná a partir del Pérmico Superior, deposita en las últimas facies regresivas areniscas continentales fluviales en proyección lateral y vertical a areniscas eólicas.

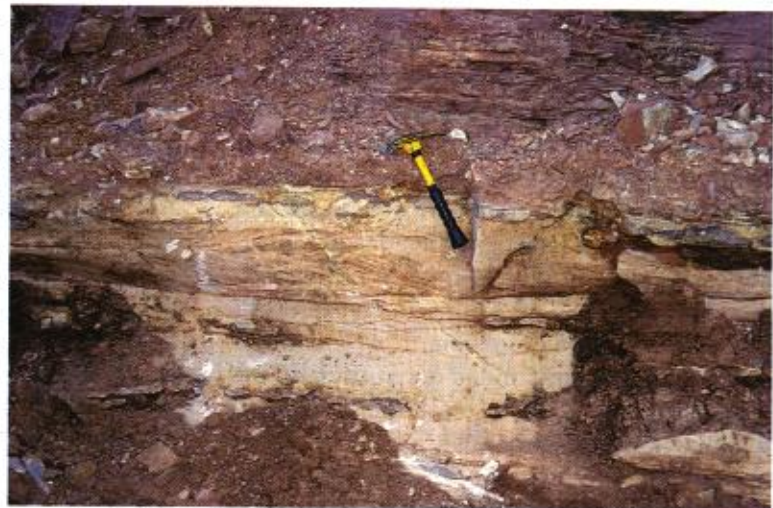


Foto 12: Arcillitas con nódulos de sílice; depósitos de lagunas, Formación Tacuary

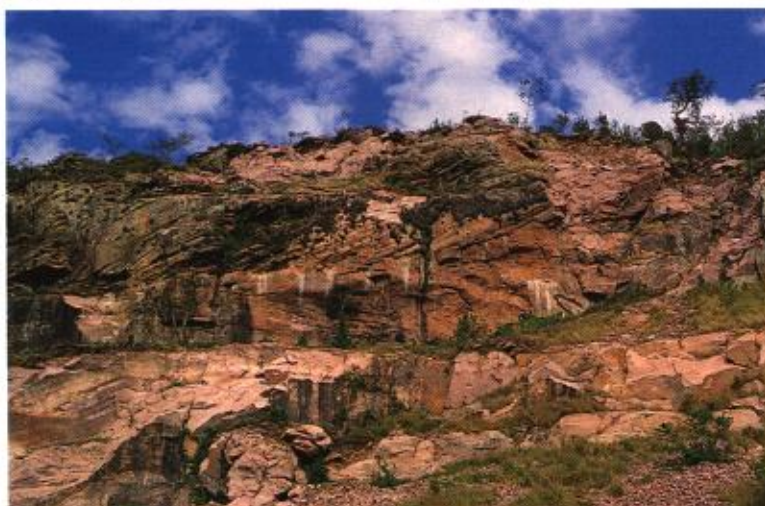


Foto 13: Panorámica de areniscas eólicas, estratificación cruzada planar y tangencial de gran ángulo. Formación Misiones (89,68 E /78,85 N)



Foto 14: Detalle de estratificación cruzada, granodecrecencia en el foreset de la estratificación. Formación Misiones

areniscas macizas: consiste de aislados remanentes de areniscas claras, macizas o espesamente estratificadas, localmente presenta estratificación cruzada, de granulometría fina a media, con granos redondeados a subredondeados, pobremente cementadas, comúnmente friables y sacaroidal. En algunos casos se hallan silicificadas por intrusiones de diques, permitiendo la permanencia de remanentes en forma de cerros aislados, en un paisaje ampliamente arenoso. La mineralogía de estas rocas constituye un 90 % de cuarzo y los 10 % restantes consisten de feldespatos y minerales arcillosos en la matriz.

areniscas con estratificación cruzada: en una proyección lateral y vertical a las areniscas

macizas, se dibujan en el paisaje con espectaculares exposiciones areniscas con estratificación cruzada de gran ángulo planar y tangencial de 20° a 30° (Foto 13).

Estas areniscas son color claro, rosadas y hasta rojizas, de granulometría bimodal fina a media, de granos redondeados y muy bien seleccionados. La bimodalidad permite la granodecrecencia en el *foreset* de la estratificación y la gradación invertida o *grainflow* en la base de la estratificación cruzada (Foto 14). En general son areniscas cuarzosas, homogéneas, con poco material arcilloso como matriz, poco cementados, friables, sacaroidal y localmente silicificados.

7.4.

SUITE MAGMÁTICA ALTO PARANA (k a)

Autores como Harrington (1950); Eckel (1959) y posteriormente Putzer (1962) mencionan extensos derrames de lavas basálticas, cubriendo una franja norte-sur a lo largo del Río Paraná y correlacionadas a los basaltos de la Cuenca del Paraná de la Formación Serra Geral en Brasil. Anónimo (1966) propone la denominación de Formación Alto Paraná para rocas similares en el Valle de Ypacaraí.

Las rocas basálticas de la Suite Magmática Alto Paraná se presentan en el área de la hoja como cuerpos intrusivos en forma de sills (Foto 15), en áreas de cruce de estructuras y diques cortando sedimentos de las formaciones permocarboníferas, en direcciones preferencialmente noroeste-sureste (Fig. 4).

La petrografía de los diques demuestra textura subofítica, cristalización conjunta de piroxeno/plagioclasa, donde el piroxeno (augita a titanio augita) se halla alojado en la plagioclasa (labradorita), granos minerales de tamaño me-



Foto 15: Dique de basalto cortando rocas pérmicas. Suite magmática Alto Paraná (Cantera de Carayao)

dio a grueso entre 0,5 a 1 mm. Como minerales accesorios presentan olivino serpentizado y opacos (principalmente titanio magnetita y magnetita).

7.5. SEDIMENTOS HETEROGÉNEOS ALUVIALES Y COLUVIALES (q_2)

Los sedimentos aluviales y coluviales ocupan pequeñas áreas en el mapa, como depósitos de pie de monte, como sedimentos residuales y como amplios arenales en las planicies de inundación de ríos y arroyos. Mineralógicamente estos sedimentos son heterogéneos, consistiendo principalmente de minerales de cuarzo y minerales arcillosos, dependiendo del tipo de roca del que provienen.

Los sedimentos de pie de monte circundante a áreas elevadas, ubicados en el centro del mapa se hallan constituidos principalmente de arenas y arcillas. Al igual que los suelos residuales, productos de la alteración *insitu*, que forman grandes espesores de arenas y/o arcillas. Los sedimentos de planicie de inundación de los ríos y arroyos, son formados preferentemente de material arenoso.

El espesor de estos sedimentos es muy variable, ya que depende principalmente de la topografía. Al respecto se han observado espesores de pocos centímetros hasta 100 m de suelo residual arenoso.

La ubicación estratigráfica de estos sedimentos es relacionada por el modelado de la topografía y sedimentación en áreas bajas y de drenaje, por lo cual su edad relativa estaría principalmente asociada al Cuaternario.

7.6 SEDIMENTOS DE PLANICIE HUMEDA (q_1)

Los sedimentos de planicie húmeda cubren las áreas bajas, principalmente los esteros del Río Tobatiry, Plamtel, Lejía y Jhugua Trampa. Estos son suelos resultantes de la alteración de las rocas circundantes redepositados como rellenos de las grandes planicies inundadas y como material de colmatación de las redes de drenaje en las zonas más bajas, consisten principalmente de material arcilloso, con alto contenido de materia orgánica.

Es difícil calcular el espesor de estos sedimentos, se estima que alcanzarían un máximo en las áreas más bajas.

8 TECTONICA

En el Paraguay oriental pueden ser considerados principalmente cinco eventos tectónicos, de diferentes magnitudes y direcciones preferenciales, reactivadas a través del tiempo geológico. Ramos (1988) defiende una hipótesis fundamentada en que el magmatismo, el metamorfismo y la estructuración de cuencas son resultados de la aglomeración de bloques cratónicos, durante tiempos geológicos antiguos, reactivadas posteriormente.

1. El Ciclo Tectónico Transamazónico está representado por rocas metamórficas y metasedimentitas de la Suite Villa Florida, aflorantes al sur del área de esta hoja. Dataciones en circones de anfibolitas arrojaron edades de 2.240 y 2.040 Ma (Lohse, 1990).
2. El Ciclo Tectónico Brasileño (700 /450 Ma) es el evento formador de la Cuenca del

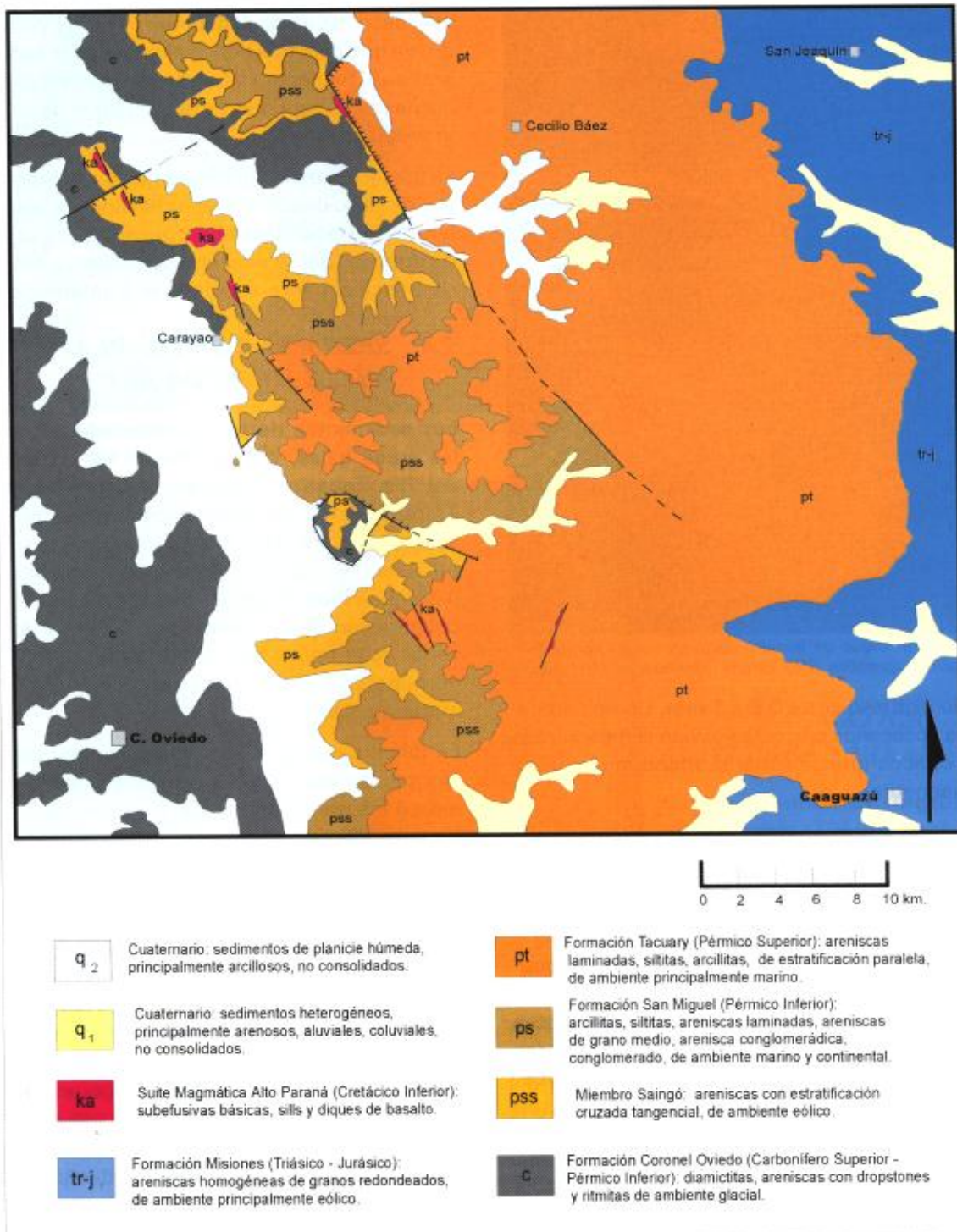


Fig. 4: Mapa geológico simplificado de la Hoja Coronel Oviedo

Paraná, al este de la zona de colisión de los terrenos asociados, con características de cuenca de antepaís (Ramos, 1988). Si bien las características de estructuración inicial del basamento de la cuenca es poco conocida, direcciones estructurales dominantes

noroeste y noreste controlarían la sedimentación paleozoica subsecuente

3. A partir del Carbonífero Inferior un endomamiento del área de sedimentación de la cuenca por compresión, como efecto del colado de los terrenos patagónicos en el margen

CRONOLOGIA			ESTRATIGRAFIA	CICLOS TECTONICOS		
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	q ₁ /q ₂	Ciclo Andino		
		Pleistoceno				
	Terciario	Neogeno	Formación Misiones			
Paleogeno						
MESOZOICO	Cretácico	Superior			Suite Magmática Alto Paraná	Ciclo Sudatlántico
		Inferior				
Jurásico	Superior	Formación Coronel Oviedo				
	Medio					
	Inferior					
Triásico	Superior		Grupo Independencia			
	Medio					
	Inferior					
PALEOZOICO	Pérmico	Superior	Formación Tacuary	Orogénesis Eohercynica		
		Inferior	Formación San Miguel			
	Carbonífero	Superior	Miembro Saingó			
		Inferior				

Fig. 5: Columna tectoestratigráfica de la Hoja Coronel Oviedo

sureste de Gondwana (Ramos, 1988) sería el causante del largo hiatus en la sedimentación de la cuenca. Este hiatus es atribuido a la Orogénesis Eohercyniana (López Gamundi & Rosello, 1993; Fig. 5), y evidenciado por la discordancia entre las secuencias Ordovícica/Silúrica/Devónica con la Permocarbonífera. La secuencia permocarbonífera se deposita en su inicio sobre un substrato totalmente reestructurado.

4. El Ciclo Tectónico Sudatlántico reestructura nuevamente la cuenca partir del Triásico (Putzer, 1962). Esta estructuración es consecuencia de la apertura del Atlántico Sur, en forma de un complejo sistema extensional, con direcciones generales noroeste/sureste. Esta estructura es el elemento tectónico principal de la hoja, ya que las mismas medidas en el campo e interpretadas en imágenes satelitarias, confor-

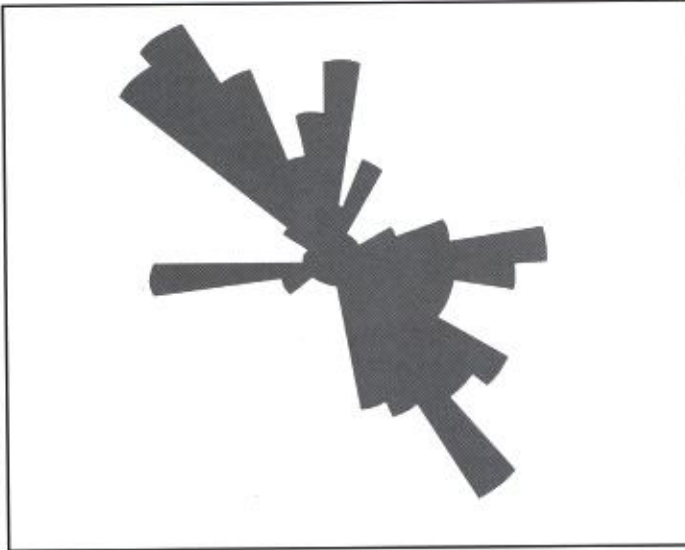


Fig. 6: Analisis estructural de alineaciones, tomando como base las imagenes satelitarias

man preferentemente el juego de direcciones que basculan los bloques y controlan la intrusión de diques y sills del evento magmático del ciclo (Figs. 6 y 7).

5. El Ciclo Tectónico Andino en el Paleógeno no es directamente evidenciado en el área, pudiendo haber reactivado estructuras anteriores.

9 GEOLOGIA HISTORICA

Las características tectónicas y geológicas de la Cuenca del Paraná en Paraguay Oriental, pueden ser definidas por cuatro grandes secuencias de sedimentación, abortadas por ciclos tectónicos, algunos de ellos acompañados con magmatismo. Estos ciclos tectónicos modifican las condiciones ambientales de la cuenca, lo que se manifiesta en la sedimentación subsecuente. Tres de estas unidades sedimentarias se desarrollan en el Paleozoico y la cuarta en el Mesozoico.

El Ciclo Tectónico Brasileiro es el evento formador de la Cuenca del Paraná, que se desarrolla al este de la zona de colisión, con características de cuenca de antepaís (Ramos, 1988). Este ciclo presenta una fase sedimentaria inicial, representada por el Gru-

po Paso Pindó, y una fase magmática posttectónica, constituidas por rocas ígneas de la Suite Caapucú. La tectónica y el magmatismo condicionan el basamento de la cuenca y controlan la sedimentación de las secuencias paleozoicas y mesozoicas subsecuente.

La primera secuencia sedimentaria se inicia con un conglomerado basal, en el margen continental del subcratón, en un ambiente morfológico abrupto en contacto lateral a un mar transgresivo. Esta transgresión llega a su máximo de inundación en el Silúrico Inferior y posterior regresión.

Las rocas devónicas dispuestas en discordancia sobre la anterior pertenecen a la segunda secuencia, con sedimentación en facies continentales y marinas. La secuencia devónica es interrumpida por un evento tectónico. Este evento como efecto de reajuste ante la colisión continental, reestructura la cuenca en el Carbonífero Inferior, reanudándose la sedimentación en el Carbonífero Superior, Esta secuencia se deposita en discordancia erosiva sobre las dos secuencias anteriores.

La tercera secuencia carbonífera/pérmica se deposita con características ambientales muy variadas, inicialmente bajo condiciones glaciares y periglaciares, transgresivas y finalmente regresivas, depositando una sucesión clástica de sedimentos en facies ambientales continentales, transicionales y marinos rasos. Esta tercera secuencia de sedimentación es abortada por la tectónica del Ciclo Sudatlántico, a partir del Triásico, por efecto de la apertura del Atlántico sur.

La tectónica Sudatlántica con características extensionales, en direcciones preferenciales reactiva estructuras brasilianas, las que posteriormente son aprovechadas por intrusiones de rocas ígneas en forma de diques y sills, pertenecientes a la fase magmática del ciclo.

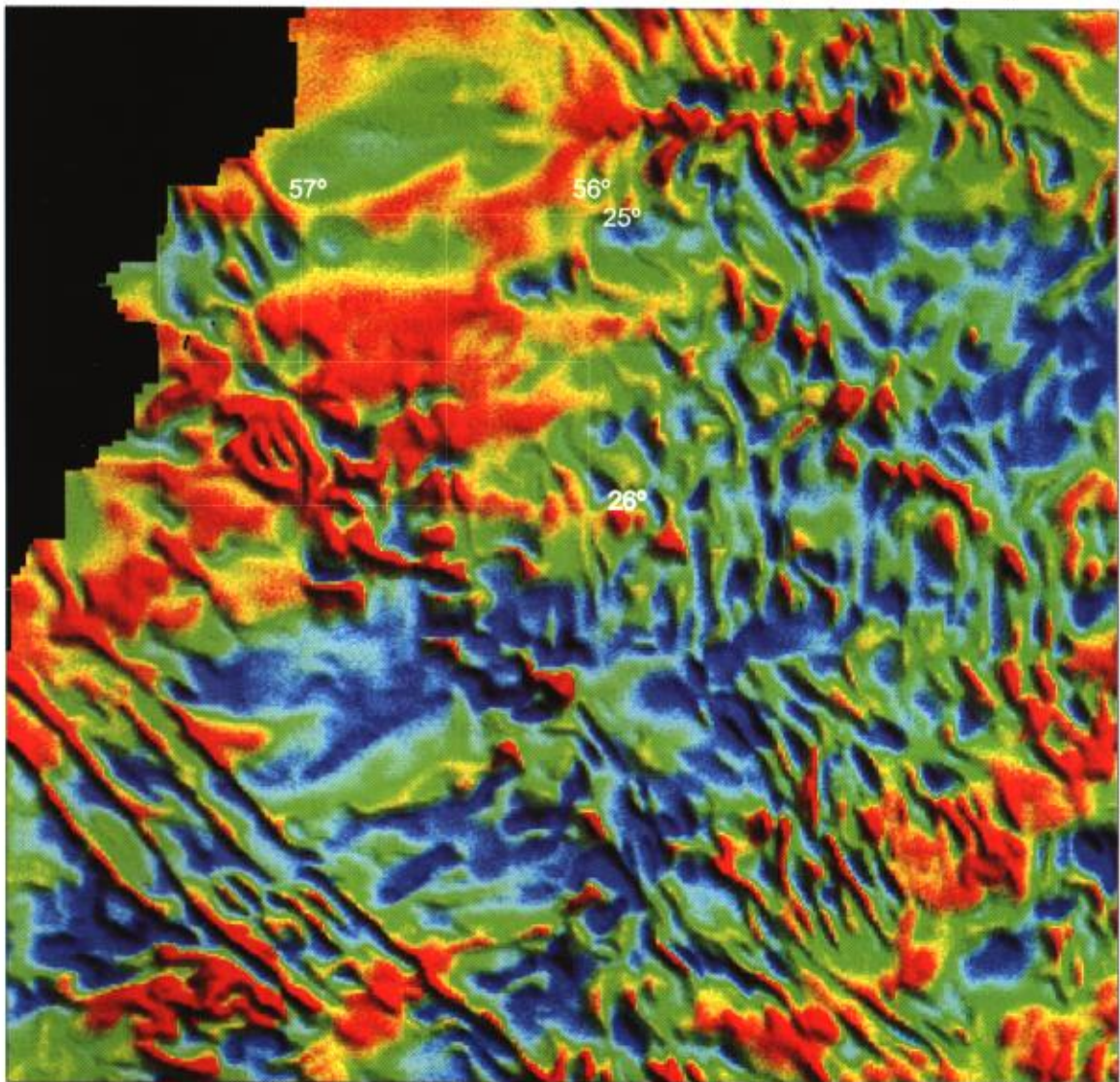


Fig. 7: Ubicación de la hoja en el contexto estructural del mapa aeromagnético

10 GEOLOGIA ECONOMICA

El conocimiento de los recursos económicos del área de la hoja se distingue por los trabajos de exploración de la empresa *The Anschutz Co.*, que principalmente entre los años 1972 a 1982 realiza un análisis del potencial mineral de las rocas de la Región Oriental del Paraguay, concentrando sus evaluaciones entre los 1976 a 1982 en las rocas permocarboníferas, con el principal objetivo de identificar zonas anómalas con potencial de uranio, considerando mineralizaciones en rocas equivalentes en Brasil. Las conclusiones de estos trabajos definen áreas potencialmente anómalas en zonas específicas a lo largo de la franja de afloramiento de las rocas de los que denominaban alto permocarbonífero.

Los trabajos de mapeamiento del Proyecto PAR 83/005 recopila datos metalogénicos que fuera volcado en un mapa de escala regional. A

partir de allí trabajos específicos locales, principalmente en no-metálicos y rocas de aplicación han definido áreas con recursos económicos, principalmente aplicables en el área de la construcción de obras civiles y la agricultura.

Los materiales de construcción constituyen areniscas de las formaciones San Miguel y Misiones, explotadas en numerosas canteras distribuidas en todo el área de la hoja. Estas areniscas se hallan generalmente silisificadas, siendo altamente resistentes. Las areniscas finas y siltitas son utilizadas como enripiado en los caminos vecinales.

Otro material utilizado en la construcción es el basalto de los diques de la Suite Alto Paraná, que en estado fresco sirve como trituradas, en la preparación de mezcla para hormigón en construcciones y mezcla para capa asfáltica de las rutas de la zona. La misma roca en estado de alteración, al igual que las areniscas, es utilizada como material para enripiado.

- 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:
Geología da folha 5569-III, La Colmena, Paraguay oriental.- Diss. maestr.; Universidade de Sao Paulo/Instituto de Geociencias, 205, São Paulo.
- 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.
- 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.
- 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 end 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.
- CUBAS, N., GARCETE, A. & MEINHOLD, K.D.;** 1997:
Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5468 Villa Florida,- MOPC-BGR, 1 mapa, Asunción.
- ECKEL, E.B.;** 1959:
Geology and mineral resources of Paraguay. A reconnaissance. United States Geological Survey,- Prof. Paper 327, 110 p., Washington.
- 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.
- 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.
- 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: Handbook 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, 41/50p., 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.
- 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.
- LOHSE, B.;** 1990:
Petrographische und geochronologische Erkenntnisse über den Westteil des Tebiuary 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 Eohercynian 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.

ORUE, D.; 1996:

Síntese da geología do Paraguai oriental, com ênfase para o magmatismo alcalino associado.- *Diss. Mest.*, Univ. São Paulo, Ins. Geociencias, 163 p., São Paulo.

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.

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.; CAPA-

LDI, 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.

WOLFAT, R.; 1961:

Stratigraphie und Fauna des älterer Paläozoikums (Silur./Devon.) in Paraguay.- *Geol. Jb.*, Bd. 78, 29/102 p., Hannover.