

Chuo Kaihatsu Corporation
JNS Engenharia, Consultoria e Gerenciamento s/c Ltda..

**“ESTUDIO DE POLITICAS Y MANEJO AMBIENTAL DE AGUAS
SUBTERRANEAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE
ASUNCIÓN” (ACUÍFERO PATIÑO)**

Informe técnico 2.2

Geología del área del Acuífero Patiño

Fecha:
Mayo 2007

Preparado por:
Hidrocontrol S.A.

Autor:
Carlos Figueredo

Contrato:
Cooperación Técnica ATN/JC - 8228 – PR – SENASA - BID

CONSORCIO CKC-JNS

INDICE

1.	Introducción.....	1
2.	Metodología del trabajo.....	1
2.1.	Recopilación de la información existente.....	1
2.2.	Relevamiento de Campo.....	1
2.3.	Análisis de datos de pozos.....	1
2.4.	Elaboración de Informe Final.....	2
3.	Geología del Acuífero Patiño.....	3
3.1.	Descripción General.....	3
3.2.	Trabajos Anteriores.....	3
3.3.	Geología.....	4
3.4.	Tectónica Rift.....	6
3.5.	Los límites del Acuífero Patiño.....	7
4.	Bibliografía.....	8
5.	ANEXOS.....	10

INFORME GEOLOGICO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Pozos con Información de perfil litológico.....	2
Figura 2: Cerro Pero	5
Figura 3: Arroyo Guazu.....	6

1. Introducción

Este Informe presenta los resultados de la investigación realizada para conocer la geología del acuífero Patiño, este trabajo consistió en la recopilación de toda la información existente de la geología del área y en salidas de campo para conocer in situ los diferentes afloramientos que se tienen en el área. Luego de la evaluación de toda la información recopilada y de las visitas al campo se elaboro un informe final sobre la geología del acuífero

EL producto mas importante de este trabajo es el mapa geológico del área del acuífero Patiño el cual fue realizado en base al mapa geológico de Bartel(1994)

2. Metodología del trabajo

2.1. Recopilación de la información existente

Durante los meses de Octubre 2005 a Enero de 2006 se realizo la recopilación de toda la información técnica sobre la geología del acuífero Patiño.

2.2. Relevamiento de Campo

Técnicos geólogos del proyecto efectuaron relevamientos de campo consistentes en la identificación de los principales afloramientos tipos de las formaciones Yaguaron y Patiño. Debido a que gran parte de los afloramientos se encuentran cubierto por un grueso horizonte de suelo, el relevamiento de campo se concentro principalmente a lo largo de los afloramientos existentes los cuales se restringen principalmente a los cursos de los arroyos que drenan el acuífero y los escasos cerros que circundan los bordes del acuífero. Debido a esta pobre ocurrencia de afloramientos la caracterización litológica del acuífero Patiño se efectuó en base a los informes litológicos de pozos perforados para abastecimiento de agua potable.

Las principales zonas de relevamiento se efectuaron en los límites del Acuífero Patiño, entre ellos, el Río Paraguay al norte, zona de Aregua al este, al oeste a lo largo de la zona de la ruta acceso sur y al sur alrededor de la ciudad de Paraguari. El relevamiento de los afloramientos consintió en descripción de las características litológicas, coordenadas por medio de GPS, muestreo y documentación fotográfica. Las comprobaciones de campo permitieron identificar las formaciones geológicas interrelacionadas al acuífero Patiño y correlacionar los mismos con datos de perforación.

El relevamiento fue acompañado Con el Ph.D Walid Labaky con quien se realizo un recorrido por toda el área del acuífero para que el mismo tenga un conocimiento mas detallado de las distintas formaciones geológicas que forma el acuífero y planificar los trabajos donde se necesitaran mayor información geológico o geofísica para la caracterización de la geología del acuífero necesaria para la construcción del modelo matemático del acuífero Patiño

2.3. Análisis de datos de pozos

La definición de las características geológicas del Acuífero Patiño fue realizado en base a la evaluación de toda la información técnica existente en los archivos del SENASA. La evaluación consistió en el análisis de la litología de un total de 161 pozos perforados dentro del acuífero Patiño de 150m de profundidad promedio los cuales se muestran en el mapa de localización de pozos a través de los cuales se definió cuatro horizontes geológicos que caracterizan la geología del acuífero Patiño.

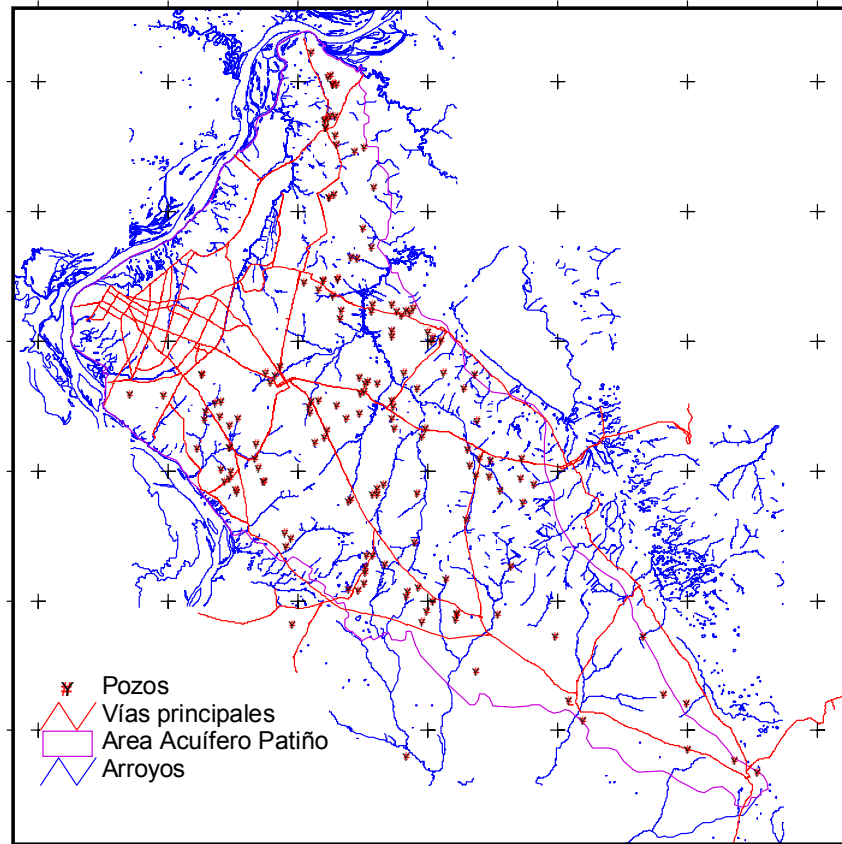


Figura 1 Pozos con Información de perfil litológico

2.4. Elaboración de Informe Final

Con toda la información recopilada y luego de los relevamientos de campo y su posterior análisis en gabinete se procedió a elaborar el Informe final de la Geología del acuífero Patiño

Se adoptó la estratigrafía y las formaciones geológicas de Bartel (1994) definidas en su mapa geológico el cual fue digitalizado para la utilización en el modelo matemático del acuífero.

3. Geología del Acuífero Patiño

3.1. Descripción General

El acuífero Patiño está localizado en el flanco oriental del Alto de Asunción y aflora en forma de triangular formando vértices en la Ciudad de Asunción, el río Paraguay y la ciudad de Paraguari. Localmente aflora en el Chaco.

El acuífero Patiño limita al Oeste, Este y Sur con bloques Paleozoico fallados y relacionados a manifestaciones volcánicas. El límite norte no se encuentra bien definido. El eje principal del acuífero Patiño tiene una extensión de 150km de largo con rumbo Noroeste-Sureste. Abarca un área de 1300km².

El principal nivel de producción del Acuífero Patiño corresponde a la Formación Yaguarón consistente de una arenisca de grano fino a muy fino, en menor proporción grano medio con ocasionales niveles arcillosos. El acuífero Patiño es un acuífero libre.

3.2. Trabajos Anteriores

Los primeros geólogos en identificar a estas areniscas rojas fueron Harrington 1950 y Putzer, 1962 los cuales la describieron pertenecientes a la Formación Misiones debido a su gran similitud con las areniscas aflorantes en la zona de San Juan Bautista Misiones y que las mismas fueron preservadas por causa de hundimientos tectónicos según Putzer.

En 1.979 la Compañía Anschutz Minerals, señala que la base de esta formación está conformada por conglomerados y fanglomerados y le atribuyen una edad Terciaria. En 1.980, Franco B. V, et. al también identifican al suroeste de Asunción, en la falda del Cerro Patiño, conglomerados sin atribuir una posición estratigráfica a dicha secuencia.

Figueredo, C. (1980) en un estudio de gravimétrico en el área de Asunción y alrededores localiza una línea de falla normal de rumbo NW-SE paralelo al río Paraguay e indica que el bloque oriental de la falla se hundió 400m con respecto al bloque occidental.

DeGraff, J.M. et.al., 1981 siguiendo la denominación de Formación Misiones determinan al oeste del Valle de Ypacarai 2 fallas normales de dirección N-S cuyo bloque occidental se habría hundido 1125 con respecto al bloque oriental.

Spinzi, 1983 describe en el Cerro Patiño conglomerados, aglomerados y metaconglomerados con matriz silicificada de arena gruesa y arcilla de color rojo e identifica un conjunto aflorante de dirección noroeste al oeste del lago Ypacarai al cual lo denomina Formación de conglomerados y aglomerados o "CONGLOMERADO PATINO"

El Proyecto PAR 83/005, (1986) define que el relleno conglomerático y arenoso de la fosa tectónica pertenece al Cretácico Superior-Terciario, basado en la presencia de cantos de areniscas silicificadas de la Formación Misiones, y de las intrusivas alcalinas del Jurásico superior las cuales fueron intruidas por las intrusivas basálticas de la Formación Ñemby, de edad oligocénica / Miocénica por lo cual, propusieron formalmente denominar a esta unidad litoestratigráfica Formación Patiño.

Wiens, F., González, M^a E. y Muff, R. (1993) Menciona que la fosa tectónica se habría originado durante la apertura del rift de Asunción a partir del Jurásico Tardío al Eoceno y que simultáneamente a dicho proceso se inició una gran erosión hacia los flancos de la depresión generando abundante material de relleno sin y pos-tectónico hacia el interior de la fosa.

A la vez, identifican tres ciclos deposicionales gradacionales: el inferior caracterizado por conglomerados y fanglomerados de sedimentación caótica seguido de un ciclo medio de sedimentación con aporte de material magmático alcalino del cretácico y un ciclo superior representado por areniscas heterogéneas. Al conjunto lo denominan como Formación Palacios.

Bartel, 1994 define a la fosa tectónica como un Semi-graben que se extiende a lo largo de una faja de dirección aproximada NW - SE, desde el pueblo de Cerrito (Chaco) en la Región Occidental hasta la ciudad de Paraguari en la Región Oriental el cual probablemente se habría originado entre el Jurásico al Cretácico Inferior, en el contexto de la ruptura del paleocontinente Gondwana asignándole al relleno, basado en la datación de un cuerpo intrusivo que no llegó a afectar la base del mismo, una edad relativa Cretácico inferior (límite Jurásico/Cretácico) y adopta la denominación de Grupo Asunción (Gómez Duarte, 1991), subdividiéndolo en dos formaciones; el conglomerado basal de la Formación Patiño y la Formación Yaguarón compuesta por areniscas. Estima un que el Grupo Asunción tiene aproximadamente 600m de espesor.

González, M^a. E. & Bartel, W. 1998, definen que los sedimentos del Grupo Asunción se depositaron de ambientes de abanicos aluviales asociados a ríos entrelazados.

3.3. Geología

El Grupo Asunción esta representada por una sucesión de sedimentos clásticos rojos de ambiente continental predominantemente de origen fluvial (ríos entrelazados) y en menor proporción eólico depositados en un ambiente de medio fluctuante de alta y baja energía originando depósitos de fanglomerados, conglomerados gradando a areniscas conglomeráticas y areniscas arcillosas y en delgadas lentes de arcillas. Yace en discordancia sobre los sedimentos paleozoicos del Grupo Caacupe.

La base del Grupo Asunción esta representada por la Formación Patiño consistente en una secuencia sedimentaria de aproximadamente 100m de espesor constituida por fanglomerados de color rojo, con abundantes fragmentos y bloques de rocas de varios orígenes, formas y tamaño provenientes del complejo cristalino Precámbrico, de rocas sedimentarias del Paleozoico, magmatitas y sedimentitas del Mesozoico, todos depositados dentro de una matriz muy heterogénea compuesta de areniscas, arenisca arcillosa, limos y arcillas. En general, el fanglomerado esta pobremente cementación, cuando no esta asociado a zonas de fallamiento y manifestaciones ígneas como se observa en la base del Cerro Patiño donde se presenta silisificada.

Aflora en la margen Oriental a lo largo de una faja NW-SE que se extiende desde la ciudad de Paraguari al Sur hasta la ciudad de Limpio al Norte.

Afloramientos representativos de esta formación se localizan en el Cerro Pero (norte de Paraguari) y suroeste de Aregua en la localidad tipo de esta formación el Cerro Patiño al cual se debe su denominación.



Figura 2 :Cerro Pero

El cerro Patiño presenta sedimentos rojos muy heterogéneos compuestos de arenas y clastos de varios orígenes, formas y tamaño, mal seleccionado, matriz areno arcillosa y cementación ferruginosa, hacia el techo pasa a una arenisca de color rojizo, grano decreciente grueso a fino con ocasionales lentes de grava, moderada a buena selección, ligeramente duro y friable hacia el techo.

El Cerro Perú consiste de fanglomerados de aproximadamente 100m de espesor, masivo, de color rojo, compuesto por cantos de cuarcitas, bloques muy alterados de rocas ígneas y sedimentarias en una abundante matriz arcillosa con escasa cementación.

Otra localidad donde aflora la Formación Patiño se localiza en la cantera de Isla Valle a 2km al norte de la ciudad de Aregua donde se observa el contacto de la Formación Patiño con sedimentos Paleozoicos.

Formación Yaguarón

Concordante a la Formación Patiño se deposita en forma gradacional la Formación Yaguarón la cual aflora en varios puntos de Asunción y Departamento Central. Buenas exposiciones se observan en los arroyos Ytororo, Guazu, Ypane y Lambare.



Figura 3 Arroyo Guazu

La Formación Yaguarón se caracteriza por presentar potentes facies de areniscas grano decreciente incompletas o truncadas, interdigitadas con facies de areniscas conglomeráticas y de conglomerados. Esta compuesta predominantemente por areniscas de color rojo, de grano medio a fino, moderada selección, friable, abundante matriz arcillosa y escasa cementación ferruginosa, aparentemente masiva, en parte laminada. Además, presentan delgados niveles arcillosos distribuidos a través de toda la formación en forma de cuerpos lenticulares de escaso espesor.

En algunos afloramientos como en los cerros Koi, Chorori, San Jerónimo y Cerrito es posible verificar intrusiones magmáticas en forma de diques casi verticales que atraviesan los sedimentos del Grupo Asunción. La influencia de los diques que intruyeron las areniscas es muy limitada lateralmente. Abarca aproximadamente el 90% del área del acuífero Patiño y aflora como remanentes erosivos en forma de cerros y colinas.

3.4. Tectónica Rift

Los sedimentos del Grupo Asunción se depositaron dentro de una fosa de origen tectónico relacionado al rift del mesozoico. Lineamientos estructurales NW-SE y NE-SW fueron reactivados formando fallas normales en los bloques Paleozoicos originando una subcuenca sobre la cual se depositaron en forma discordante los sedimentos del Grupo Asunción. La tectónica del Mesozoico estuvo acompañada por intrusiones alcalinas y derrames de volcánicos las cuales afectaron a los sedimentos del Grupo Asunción. Evidencias de esas manifestaciones volcánicas se observan en los afloramientos de los cerros Koi en Aregua, Cerrito en Capiatá.

Un segundo pulso tectomagmático en el Terciario (60-38ma)- la Suite intrusiva Ñemby- intruyó a los sedimentos del Grupo Asunción en forma de stocks, necks y diques alcalinos, evidencias de este magmatismo se observan en la localidad tipo de esta formación el Cerro Ñemby.

Las areniscas cretácicas del Grupo Asunción se asientan en discordancia sobre los sedimentos del Ordovícico de origen fluvio-marino predominantemente arenoso clasificado como Grupo Caacupe. La base del grupo, denominado Conglomerado de Paraguari consiste de un conglomerado que se asienta en discordancia sobre el basamento Precámbrico. El espesor de la Formación Paraguari varía entre 30-50m. La localidad tipo de esta formación se localiza a lo largo del camino que une a las localidades de Paraguari y Piribebuy.

Concordante al Conglomerado Paraguari se deposita la Formación Cerro Jhu constituida por areniscas de color blanco amarillento, blancas, limpias, grano fino a media, sub redondeados a sub angulares, bien seleccionadas, cemento silíceo, moderadamente dura, porosidad visual pobre, de estratificación cruzada que pasan e forma transicional y concordantemente a areniscas laminada, de grano fino a medio, bien seleccionada, friable, de aspecto sacaroidal, perteneciente a la Formación Tobati.

La geomorfología actual del grupo Asunción esta caracterizada por constituir una planicie erosiva de relieve ondulado que deja al descubierto alto estructurales y remanentes erosivos relacionados a eventos tectonicos y magmáticos.

En subsuperficie, las unidades predominantemente arenosas del Grupo Asunción presentan interdigitaciones laterales, por lo común en forma de cuerpos lenticulares de areniscas conglomeraticas y conglomerados. La ocurrencia de estos cuerpos en toda la sección estratigráfica es muy errática y se observa que existe un paso lateral brusco de una unidad sedimentaria a otra. La heterogeneidad granulométrica y forma de ocurrencia de estos lentes reflejan procesos sedimentarios y erosivos muy dinámicos y pulsátiles. Así, las unidades sedimentarias predominantemente arenosas son cortadas o truncadas por procesos erosivos a la que inmediatamente sigue un proceso de sedimentación en ambiente fluvial que va rellenando las superficies erosionadas. Por sus características, estos cuerpos de extensión limitada, no son susceptibles o fáciles de correlacionar. Por lo tanto, se sugiere agrupar los rellenos de la fosa en tres unidades sedimentarias a fin de dar una caracterización general a la geología del acuífero Patiño quedando de la siguiente forma:

- Una unidad basal compuesta por fanglomerados y conglomerados de la Formación Patiño.
- Una unidad de areniscas conglomeraticas interdigitadas con lentes y cuerpos de conglomerados de limitada extensión lateral y de espesores muy variables entre 15 y 90m,
- Una unidad de areniscas de grano fino a muy fino y medio con ocasionales niveles arcillosos. Ambos pertenecientes a la Formación Yaguarón y por último,
- Las intrusiones magmáticas del Terciario de influencia local sobre los sedimentos del Grupo Asunción.

3.5. Los límites del Acuífero Patiño

Bartel(1994) menciona la diferencia entre los márgenes occidental y el oriental del semi-graben: el borde occidental se caracteriza por ser delimitado por fallas normales subverticales y con el basamento paleozoico en posición subhorizontal; mientras las fuerzas divergentes del rifting produjeron un margen oriental en el cual las unidades litológicas del paleozoico buzaban, con un ángulo de hasta 45° hacia el interior de la cuenca. Presenta principalmente fallas escalonadas, paralelas al rumbo del borde. En el borde oriental predominan fallas normales sinantéticas, a menudo fallas subverticales, pero hacia valle aparecen también fallas antitéticas.

En cuanto a las direcciones de fracturamiento, ellas muestran que cada dirección principal tiene otra componente de fracturación, formando un ángulo de 90° entre ambos rumbos. Estas fracturaciones originaron diferentes bloques del basamento paleozoico y con la rápida subsidencia éstos fueron balanceados y posicionados de diferentes maneras.

La falla principal que delimita el semi-graben hacia el S está reflejada en el transcurso del Valle de Acahay (E - W hasta ESE - WNW).

Al oeste de Paraguari, hacia la Cuenca Chaqueña, se bifurca el fallamiento/fracturamiento en orientaciones de ESE - WNW y NW - SE, de la cual la última delimita el semi-graben en el sector del Valle del Cañabe. Al S de la misma aflora el Paleozoico inf. (Gr. Caacupé), mientras que hacia el N de la falla se calcula que el Paleozoico aparece recién a una profundidad alrededor de 400 m (FIGUEREDO, 1980). En dirección NE disminuye esta profundidad gradualmente hasta aflorar en el borde del Valle de Ypacaraí formando colinas (debido a la erosión selectiva), con buzamiento de los estratos principalmente hacia el SW.

4. Bibliografía

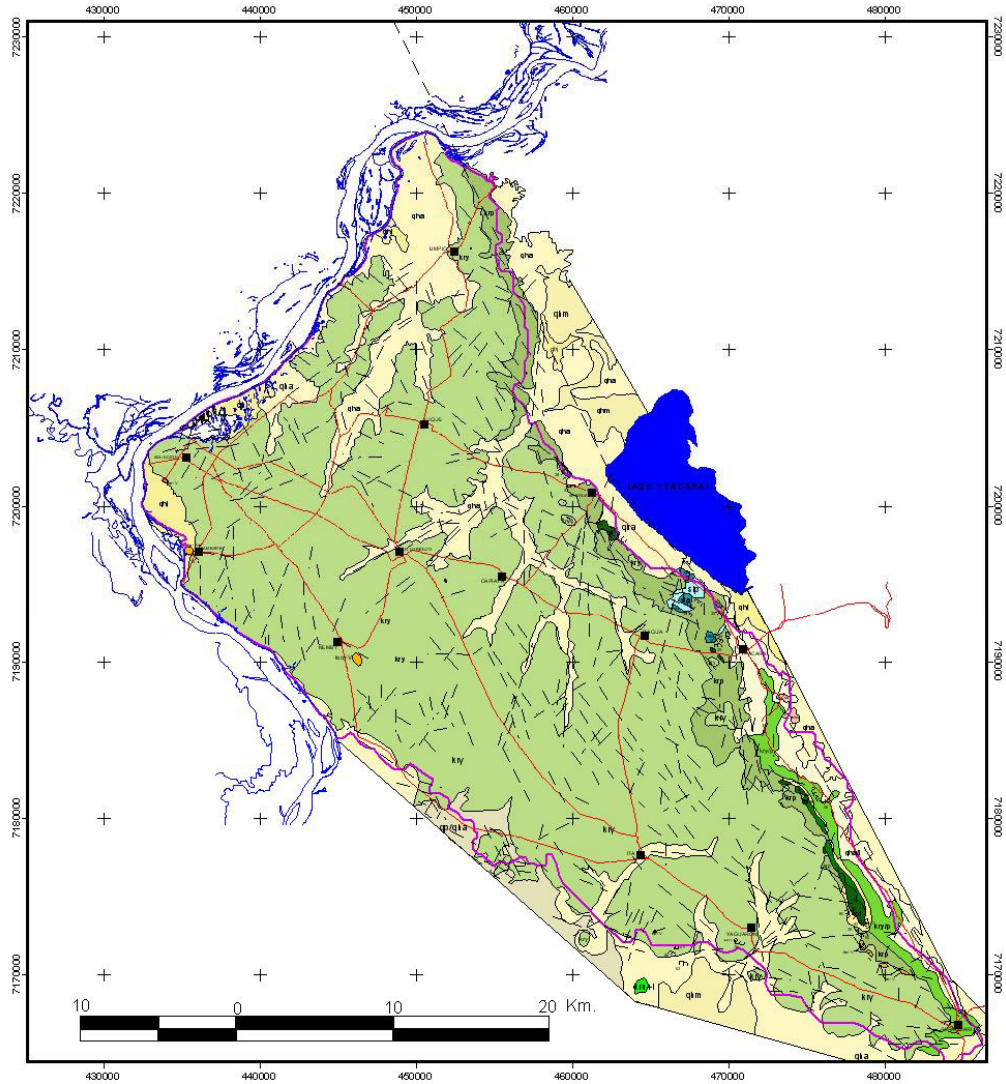
- ALVARENGA, D. A. & BITSCHENE, P. R.; 1983: Estratigrafía, petrología y tectónica en el margen oeste de la cuenca del Paraná. La Cordillera del Ybytyruzú, Paraguay oriental.- UNA - ICB, 34 p., San Lorenzo.
- ALVARENGA, D.; 1985: Desarrollo geoestructural de los Departamentos Central, Cordillera y Paraguari.- Informe, Proyecto PAR 83/005, Asunción.
- ARRIBAS, A. & LATORRE, C. O.; 1982: El origen de la disyunción columnar en areniscas. Caso de las cuarciarenitas de Areguá (República del Paraguay).- Tecniterrae, S-321, Vol 48, p. 7 - 18 p., Madrid.
- BALDIS, B.A.; 1973: El microplatón del Devónico medio de Paraguay. - Rev. Española Micropal., vol. 6, Nr. 3, p. 367-379, Madrid.
- BANKS, L. M. & DIAZ DE VIVAR, V.; 1975: Explorations in Paraguay reactivated.- Oil and Gas Journal, p. 160 - 168, Tulsa.
- BARTEL, W.; 1994: Strukturell-sedimentäre Entwicklung des Blocks von Asunción, Paraguay.- Tesis de maestría, 171 p. y anexos, Clausthal - Zellerfeld.
- 1.
- BARTEL, W. & MUFF, R.; 1995: Observaciones geológicas de Paraguay central en relación al agua subterránea.- 2do. Simp. Aguas Subterr., p. 23 - 32, San Lorenzo.
- BENITEZ, J. C. & FRANCO, R.; 1993: Prospección de calizas de la Formación Tacuary, área de Cachimbo, Dpto. Caaguazú.- Coop. Téc. Nr. 88.2202.5, 46 p., Asunción.
- COMIN-CHIARAMONTI, P., GOMES, C. B., PICCIRILLO, E. M., BELLINI, G., CASTILLO, A. M. C., DEMARCHI, G., GALLO, P. & VELAZQUEZ, J. C.; 1990: Petrologia do maciço alcalino de Acahay, Paraguai oriental.- Rev. Bras. Geoc., 20 (1 - 4), p. 133 - 152, São Paulo.
- DEGRAFF, J. M.; 1981: Late Mesozoic crustal extension and rifting on the western edge of the Paraná basin, Paraguay.- Rev. Asoc. Geol. Argentina: 36, p. 240, Buenos Aires.
- DEGRAFF, J. M., FRANCO, R. & ORUE, D.; 1981: Interpretación geofísica y geológica del valle de Ypacaraí (Paraguay) y su formación.- Rev. Asoc. Geol. Argentina, XXXVI (3), p. 240 - 256, Buenos Aires.
- DEGRAFF, J. M.; 1982: Geologic structures associated with the Ypacarai valley, Paraguay, based on gravity and geologic data.- Gravity Exploration, GEOS 551, 35 p., San Lorenzo.
- ECKEL, E. G.; 1959: Geology and mineral resources of Paraguay. A reconnaissance.- United States Geological Survey, prof. paper 327, 110 p., Washington.
- FIGUEREDO, C. A.; 1980: Estudio de la gravimetría del área de Asunción.- Instituto de Ciencias Básicas, tesis, 7 p., San Lorenzo.
- FULFARO, V. J. & MORINIGO, G. V.; 1976: Contribución al estudio del Silúrico en el Paraguay.- Rev. Soc. Cient. Par., Vol. XVI, Nr. 1/2, p. 107 - 109, Asunción.
- GOMEZ, D.; 1986: Contribución al conocimiento geológico del norte del Chaco paraguayo.- Informe interno, Asunción.

- GONZALEZ, M. E., WIENS, F. & MUFF, R.; 1994: Estratigrafía del Paleozoico inferior en el Bloque Cordillera, Paraguay oriental.- V Reunión Argentina de Sedimentología, 10 p., Tucumán.
- GONZALEZ, M. E. & MUFF, R.; 1995: Formación Santa Elena (Silúrico - Devónico), cuenca del Paraná, Paraguay oriental.- 6to. Simp. Sul-Bras. Geología, p. 219 - 223, Porto Alegre.
- HARRINGTON, H.J.; 1950: Geología del Paraguay oriental.- Contr. Cient., tomo 1, serie E: geología, Univ. B. Aires, Fac. Cienc. Exac., 89 p., Buenos Aires.
- LIVIERES, R. A.; 1987: Der Karbonatit-Komplex von Chiriguelo, Nordost-Paraguay.- Tesis de doctorado, 191 p. + anexos, Clausthal - Zellerfeld.
- LIVIERES, R. A. & QUADE, H.; 1987: Distribución regional y asentamiento tectónico de los complejos alcalinos del Paraguay.- Zbl. Geol. Pal., Teil 1, Heft 7/8, p. 791-805, Stuttgart..
- MARIANO, A. N.; 1983: Petrographic and mineralogical summary on the Chiriguelo carbonatite complex, Paraguay.- Informe TAC, 95 p., Asunción.
- MUFF, R. & GONZALEZ, M. E.; 1995: Geologic setting of the alkaline rock occurrences in central-eastern Paraguay.- 6to. Simp. Sul-Bras. Geologia, p. 222 - 224, Porto Alegre.
- ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS; 1969: Plan Triángulo, Paraguay: un estudio regional por etapas.- Secr. Gral., OEA, p. 405 - 431, Washington.
- ORUE, D., ROMERO, A. D., FIGUEREDO, L. D., VELAZQUEZ, J. C., BAEZ, A. B. & WIENS, H.; 1992: Distribución, facies y estructuras del Paleozóico inferior en el Paraguay oriental.- Archivo CEMIT - DDI, Univ. Nac. Asunc., informe técnico, Asunción.
- ORUE, D.; 1996: Estratigrafía de Paraguay oriental.- Tesis de maestría, USP, 163 p., São Paulo.
- PUTZER, H.; 1962: Die Geologie von Paraguay.- Beiträge Reg. Geol. Erde, Bd. 2, 183 p., Berlín.
- SENASA; 1993: Perfiles de pozos perforados. Area Asunción.- Informes internos, San Lorenzo.
- WIENS, F.; 1986: Zur lithostratigraphischen, petrographischen und strukturellen Entwicklung des Rio Apa Hochlandes, Nordost-Paraguay.- Clausthaler Geowissenschaftliche Dissertationen, Heft 19, 280 p., Clausthal-Zellerfeld.
- ZALAN, P. V., WOLFF, S., CONCEIÇÃO, J. C. J., ASTOLFI, A. M., VIEIRA, I. S., APPI, V. T., ZANOTTO, O. & MARQUESA, P.; 1987: Tectonics and sedimentation of the Paraná Basin.- In: Ulbrich, H. & Rocha Campos, A. (eds.): Gondwana Proceedings, Instituto de Geociências, USP, p. 83 - 117, São Paulo.
- ZALAN, P. W.; 1990: The Paraná basin, Brasil.- In: Interior Cratonic Basin; M. W. Leighton, D. R. Kolata, D. R. Oltz, & J. J. Eidel (eds.): American Association of Petroleum Geologists, Memoir 51, p. 681 - 708, Tulsa.
- ZARZA, P. R.; 1991: Estudio das pozolanas naturais de Ybytimi - La Colmena, Paraguai oriental.- Tesis de maestría, 151 p., + anexos, Rio Claro.

5. ANEXOS

Anexo 1. Mapa Geológico del Bloque Asunción.

MAPA GEOLOGICO ACUIFERO PATIÑO



LEYENDAS

- Rumbos/Buzamiento
- Falla/Plano de Falla
- Rutas
- Lineamientos estructurales
- Patiño.shp
- Lago.shp
- Ciudades

Unidades Geológicas

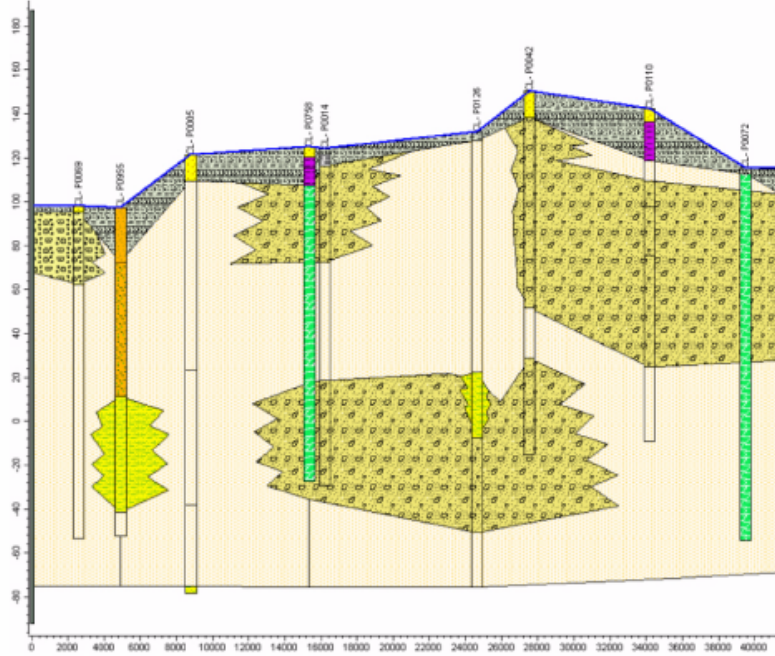
- Cenozoico
- Holoceno superior
 - Holoceno Medio
 - Holoceno Inferior
 - Holoceno Indiferenciado
 - Holoceno Inferior/Pleistoceno
- Terciario
- Vulcanitas Eocenas

Mesozoico

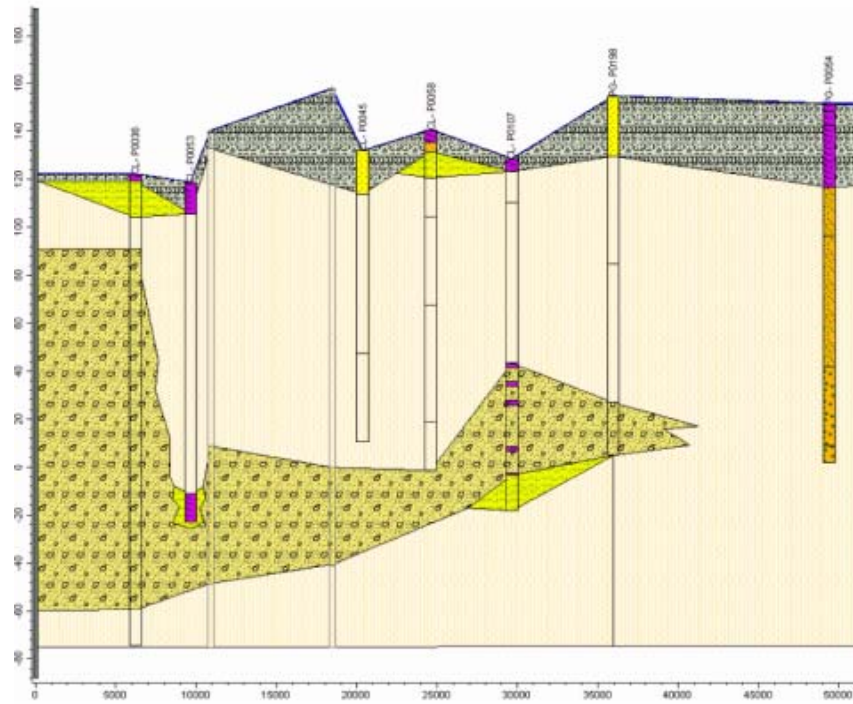
- Formación Patiño - Cretácico Inferior
 - Formación Yaguarón - Cretácico Inferior
 - Cretácico Indiferenciado
 - Magmatitas Mesozoico
 - Areniscas Columnares
- Paleozoico
- Formación Vargas Peña - Silúrico Inferior
 - Formación Eusebio Ayala - Silúrico/Ordovícico
- Ordovícico
- Formación Tobatí - Ordovícico Superior
 - Formación Cerro Jhú - Ordovícico Superior
 - Basamento Cristalino

Anexo 2 Corte Longitudinal con Información de pozos

Sección Norte-Sur
Exageración Vertical: 122



Sección Noroeste-Sureste 1
Exageración Vertical: 150



INFORME GEOLOGICO