

II JORNADAS CIENTÍFICAS SOBRE GEOLOGÍA DEL PARAGUAY Y CIENCIAS AFINES



FACEN

Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales

29 y 30 de noviembre del 2018
Universidad Nacional de Asunción

San Lorenzo – Paraguay

2018

Comisión Organizadora

PRESIDENTE:	MSc. Narciso Cubas Villalba
VICE-PRESIDENTE:	Dr. Fernando Larroza
SECRETARIA:	Lic. Yennifer Sarubbi Jacks
TESORERA:	Lic. Mirna Medina
MIEMBROS:	Lic. Christian F. Colman
	Lic. Néstor Salinas
	Univ. Yamil Arvez
	Univ. Yamila Bogarín

COORDINACIÓN GENERAL: Lic. Juan Carlos Benítez

Comisión Científica

Dra. Ana María Castillo Clerici
 Dr. Félix A. Carvallo
 MSc. Narciso Cubas Villalba
 MSc. Ana E. Godoy
 MSc. Higinio Moreno
 MSc. José Luis Paredes
 Lic. Manuel Figueredo
 Lic. Orlando A. Oporto
 Lic. Victor H. Franco
 Lic. Victor M. Fernández
 Lic. Anna Paola Parini

Auspiciantes

www.geologiadelparaguay.com

MT SCIENCE



Ministerio de
**OBRAS PÚBLICAS
 Y COMUNICACIONES**
 Vice Ministerio de
MINAS Y ENERGÍA



GOLD MINING



Agradecimientos

La Comisión Organizadora de las **II JCGPyCA** (Segundas Jornadas Científicas sobre Geología del Paraguay y Ciencias Afines), expresa su agradecimiento a las personas e instituciones que pudieron hacer posible el desarrollo exitoso de este evento luego de poco más de 19 años. Primeramente, a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción, por ofrecer y poner a completa disposición de la organización, la infraestructura necesaria para estas jornadas.

Muchas gracias a las autoridades de la FACEN, el Sr. DECANO, Prof. Lic. Constantino Nicolás Guefos Kapsalis MAE., y a la Dra. Ana María Castillo Clerici, Directora del Departamento de Geología, quienes brindaron el apoyo necesario para el desarrollo de la reunión, a la Coordinadora de Extensión del Departamento de Geología, Lic. Ana E. Godoy por gestionar los créditos de extensión otorgados durante el desarrollo del evento.

No queremos dejar de mencionar el apoyo irrestricto del Viceministerio de Minas y Energía, en la persona del Colega y Viceministro Lic. Geol. MSc Celso Velázquez, quienes tampoco han escatimado tiempo ni esfuerzos para dar todo el soporte necesario para que el evento se haga realidad

Se agradece también al apoyo financiero brindado por las instituciones auspiciantes, cuyos logos representativos fueron expuestos en todo momento y forman parte de éste Libro Resumen. Este soporte económico es fundamental para llevar adelante un oneroso evento como las **II JCGPyCA**.

Gracias también a los miembros del Comisión Científica, quienes ofrecieron su colaboración a través de sus experiencias en la revisión de los trabajos presentados en las jornadas.

A la Comisión Directiva de la Asociación de Geólogos del Paraguay por el apoyo y la buena predisposición ofrecida para el buen desarrollo del evento.

Por último y más importante, se agradece enormemente a los expositores quienes con el aporte de sus trabajos de investigación hacen posible la difusión de las ciencias geológicas y ciencias afines en el Paraguay a través de este evento.

Gracias a todos los participantes inscriptos interesados en extender sus conocimientos sobre la Geología del Paragua y las Ciencias Afines que han asistido a esta convocatoria.

LA COMISION ORGANIZADORA

INDICE

PRESENTACIONES ORALES

PETROLOGIA Y GEOCROLOGIA (U-Pb) DE LA SUÍTE CAAPUCÚ – PRECAMBRICO SUR DE PARAGUAY: MAGMATISMO POS-TECTONICO RELACIONADO A LA FAJA PARAGUARI	5
<i>Amanda F. Granja D. Leite, Narciso Cubas, Amarildo Salina Ruiz, Maria Zelia Aguiar de Sousa</i>	
PROGRAMA MARCO-CIC.....	7
<i>Ana María Castillo Clerici</i>	
PLANES DE CONTINGENCIA EN ÑEEMBUÚ. PROYECTO PILOTO DEMOSTRATIVO SISTEMA DE ALERTA HIDROAMBIENTAL EN LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS PARAGUAY Y PARANÁ EN EL PROGRAMA MARCO DE LA CUENCA DEL PLATA. 2012-2016.....	8
<i>Julietta Gauto</i>	
FORTALECIENDO EL LIDERAZGO LOCAL, FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: CIUDAD DE AYOLAS, PARAGUAY	9
<i>Carmen Rojas</i>	
CONSERVACIÓN DE BOSQUES MEDIANTE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR DEFORESTACIÓN EVITADA EN EL MERCADO VOLUNTARIO DE CARBONO.....	10
<i>Cecilia Pizzurno, Alberto Yanosky</i>	
ANÁLISIS DE LOS PROCESOS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS DE LOS HUMEDALES IBERA y ÑEEMBU CU EN TERRITORIO ARGENTINO Y PARAGUAYO.....	12
<i>Ana E. Godoy</i>	
LA FAUNA CUATERNARIA DEL PARAGUAY.....	13
<i>Ricardo Souberlich, Alfredo A. Carlini, Christian Colman, Sergio D. Ríos, Paula Aguilera, Ana Godoy, Moisés Gadea & Justo Vargas</i>	
ORIGEN DEL PROMONTORIO ITA PYTÃ PUNTA: EL DESARROLLO TRUNCADO DE UN ARCO NATURAL EN EL PALEOACANTILADO DEL LITORAL MARÍTIMO MIOCÉNICO SUPERIOR – PLIOCÉNICO INFERIOR EN ASUNCIÓN - PARAGUAY	15
<i>Gadea M., Colmán C., Sarubbi Y., Tondo M., Benítez P., Ríos S.D.</i>	
GRUPO AMAMBAY, UNA PROPUESTA DE NOMINACION ESTRATIGRAFICA	17
<i>Gomez Duarte. D.R, Arguello Fernandez A.S. & Alegre Cabrera C.C.</i>	
YACIMIENTO AURIFERO DE PASO YOBAL – PARAGUAY.....	20
<i>Benítez J.C., Medina M., Pérez W., Rideout M.</i>	
NUEVA MINERÍA SIN EL USO DE AGUA NI MERCURIO EN LA RECUPERACIÓN DEL ORO	22
<i>Jaime Ricardo Flores Días</i>	
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL YACIMIENTO DE ORO DE PASO YOBAL.....	24
<i>Guillaume Martin</i>	
CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS ANTIGUAS MINAS DE HIERRO DE LAS MISIONES JESUITAS DEL PARAGUAY, LOCALIZADAS EN EL CRATON RIO TEBICUARY	25
<i>Darío R. Gómez Duarte¹</i>	
ZONAS SÍSMICAS EN PARAGUAY	28
<i>Gadea M., Fugarazzo R., Caballero M., Figueres V.</i>	
ANÁLISIS MULTITEMPORAL CON IMÁGENES CLASIFICADAS DE LA ZONA DE LA CUENCA DEL LAGO YPACARAÍ.....	30
<i>María Raquel Martínez</i>	
GEOLOGÍA Y GEOCROLOGÍA (U-PB EN ZIRCON) DEL GRANITO SAN BERNARDINO: MAGMATISMO DE LA SUITE CAAPUCÚ EN EL BASAMAMENTO CRISTALINO DEL RIFT DE ASUNCIÓN.....	31
<i>Cubas, N. Leite, A.D., Ruiz, A.S., Rezende, J. y Dantas, E.L.</i>	
ASPECTOS FÍSICOS Y SU RELACIÓN CON LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL LAGO YPACARAI	32
<i>Ana María Castillo Clerici</i>	
ESTUDIO PRELIMINAR DEL SEDIMENTO-AGUA Y SU CONTENIDO EN METALES PESADOS (Cr, Hg y Pb) EN EL LECHO DEL ARROYO SAN LORENZO, DEPARTAMENTO CENTRAL	34
<i>Néstor D. Salinas F.</i>	
RESUMEN DEL SUBCOMPONENTE II.3 GESTIÓN INTEGRADA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (PROGRAMA MARCO-CIC)	36
<i>Daniel García</i>	

TIERRAS MALAS (“BADLANDS”) DEL PLEISTOCENO EN LA ZONA DE YPANÉ, DEPARTAMENTO CENTRAL – PARAGUAY	37
<i>Bogarín Y., Celabe R., Gadea M.</i>	
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN DISTRITOS DE PRESIDENTE HAYES, CENTRAL, CANINDEYÚ Y CONCEPCIÓN, PARAGUAY.....	39
<i>Diana Díez Pérez, Marcelo López, Juan Centurión, Fátima González, Laura González, Belén Fernández, Annelice Cáceres, Johana Pizzurno, Fátima Yubero</i>	
PALEOVALLES GLACIARES CARBONIFEROS EXCAVADOS EN PERFILES DE METEORIZACIÓN EN SIERRAS PAMPEANAS DE ARGENTINA.....	41
<i>Claudio Carignano¹ y Ximena Venier</i>	
FAJA MÓVIL PARAGUARÍ: UNA OROGÉNESIS NEOPROTEROZOICA EN EL PRECÁMBRICO SUR DE PARAGUAY ORIENTAL	43
<i>Cubas, N., Ruiz, A.S., Matos, J.B.</i>	
OCURRENCIA DE LUTITAS BITUMINOSAS CON POTENCIAL PARA LA LOCALIZACIÓN DE RESERVORIOS DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES EN EL LADO ORIENTAL DEL ALTO DE LAGERENZA, CHACO PARAGUAYO.....	44
<i>Dario R. Gomez Duarte; Ana S. Arguello Fernandez; Cinthya C. Alegre Cabrera; Liza M. Segovia; Jorge L. Gomez Ramirez; Roberto M. Lippmann Gomez</i>	
METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA LOS ESTUDIOS PRELIMINARES GEOLOGICO GEOTECNICO EN LA OBTENCION DE DATOS EN ZONA DE OBRAS	47
<i>Manuel Figueredo & Federico Argüello</i>	
EL MÉTODO GPR: GROUND PENETRATING RADAR	50
<i>F. Peralta Belmonte</i>	
MAPA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA ACUIFERO YRENDA -TOBA -TARIJEÑO (SAYTT) EN LA REPUBLICA DEL PARAGUAY.....	51
<i>Sandra Fariña, Fernando Larroza, Jaime Báez, Néstor Cabral y German Mallen</i>	
PRESENTACIONES EN POSTER	
TRILOBITES DE LA FORMACIÓN VARGAS PEÑA (LLANDOVERIANO) DE ITAUGUÁ, PARAGUAY ORIENTAL	58
<i>Tortello, M. Franco, Clarkson, Euan N.K., Uriz, Norberto J., Alfaro, Marta B. y Galeano Inchausti, Julio C.</i>	
GRAPTOLITOS DE LA FORMACIÓN EUSEBIO AYALA (SILÚRICO INFERIOR) DE LA CUENCA DE PARANÁ, PARAGUAY.....	59
<i>Norberto J. Uriz., Marta B. Alfaro y Julio C. Galeano Inchausti</i>	
GRAPTOLITOS MONOSERIADOS DEL LLANDOVERY MEDIO – SUPERIOR DE LA FORMACIÓN VARGAS PEÑA, PORCIÓN CENTRAL DEL PARAGUAY ORIENTAL.....	61
<i>Uriz, N. J. , Alfaro M. B. y Galeano Inchausti, J. C.</i>	
APORTE AL CONOCIMIENTO BIOESTRATIGRÁFICO Y GEOLÓGICO DEL GRUPO ITACURUBÍ (ORDOVÍCICO TARDÍO-SILÚRICO TEMPRANO), EN EL SECTOR ORIENTAL DE PARAGUAY.....	62
<i>Galeano Inchausti J.C.; Uriz N.J.; Alfaro M.B.; Cingolani C.A.; Tortello M.F.; Cichowolski M.; Bidone A. y Siccardi A.</i>	
PALEOZOICO DEL PARAGUAY: Colecta de material fósil (fauna invertebrada y flora) y georreferenciamiento de afloramientos fosilíferos de la Región Oriental.....	65
<i>Aguilera Oddone, Paula Susana; Godoy Araña, Ana.Elizabeth; Colmán Patiño, Christian Fernando; Molinas Ruíz Díaz, Sonia Mabel¹; Acuña, Hugo Marcelo</i>	
ESTUDIO DEL GRADO DE CONTAMINACION POR HIERRO EN EL ACUIFERO PATIÑO EN POZOS PROFUNDOS, DE LA ZONA DE LUQUE	66
<i>Nilsa Ortigoza, Narciso Cubas</i>	
PRESENCIA DE ARENISCAS DE LA FORMACIÓN ITA PYTÑ PUNTA AL DESCUBIERTO EN FERNANDO DE LA MORA, PARAGUAY.....	68
<i>Gadea M., Acosta N., Acosta A., Ayala R.</i>	
ARGUMENTOS GEOLÓGICOS ACERCA DEL ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL ACANTILADO DE CAMBA JHOPO – VALLEMI, PARAGUAY.....	70
<i>M. Gadea, P. Benitez.</i>	
EVALUACIÓN DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD POR FENÓMENOS DE DESLIZAMIENTO O DERRUMBE DE LADERAS DEL CERRO PERÕ, PARAGUARÍ	72
<i>Adriana Maria Garcia Mereles</i>	
GEOTURISMO EN EL CERRO YAGUARÓN, CIUDAD DE YAGUARÓN, DEPARTAMENTO DE PARAGUARÍ	74

Romina Mariel Celabe Gaona

GEOTURISMO EN EL PARAGUAY: ESTADO ACTUAL.....	75
<i>Moisés Gadea & Pedro Benítez</i>	
MANIFESTACIONES VOLCÁNICAS DE LA PROVINCIA ALCALINA DE ASUNCIÓN EN LA URBANIZACIÓN SURUBÍ'Í.....	77
<i>Gadea M., Colmán A., Benítez N., Celabe R., Vera R., Noguera G., Arvez Y., Ayala H., Benítez P., Bogarín Y., Campaya M., Franco K., Godoy I., Guillen L., Ramoa H.</i>	
CAAPUCÚ: UNA CIUDAD CONSTRUIDA SOBRE UN CAMPO DE NÚCLEOS DE ROCA (CORESTONES) EN EL PARAGUAY ORIENTAL	79
<i>Christian Colman, Ricardo Souberlich, Yennifer Sarubbi, Derlis Vera, Yamila Bogarin, Néstor Salinas, Oscar Martinez, Jorge Rabassa</i>	
GEOMORFOLOGÍA DE LA CIUDAD DE ASUNCIÓN.....	81
<i>Colman Christian, Gadea Moises, Souberlich Ricardo, Vargas Daniel, Ríos Sergio</i>	
SISMICIDAD DEL PARAGUAY.....	82
<i>Caballero, R. Fugarazzo, M. Gadea, V. Figueres.</i>	
LAS JUNTAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN EL PARAGUAY: UN ANÁLISIS DE SU GOBERNABILIDAD Y LOS FACTORES SOCIOCULTURALES Y JURÍDICOS QUE IMPACTAN EN EL MODELO Y SU INCIDENCIA EN LA GARANTÍA DEL DERECHO HUMANO AL AGUA	84
<i>Villalba Vargas, Elida</i>	
INTERPRETACIÓN Y CORRELACIÓN DE LOS REGISTROS GEOFÍSICOS EN SONDEOS DE EXPLORACIÓN EN EL ÁREA NORESTE DE LA CIUDAD DE CAAZAPÁ-PARAGUAY.....	85
<i>Sonia Molinas, Joel Cabrera</i>	
CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DEL ACUÍFERO PATIÑO A TRAVÉS DE LOS POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN.....	86
<i>Andrea Natalia Ríos Benítez, María Clara Rodríguez Gómez, Sandra Fariña, Mariela Belén Galeano López</i>	
IDENTIFICACION DE LOS BARRIOS VULNERABLES A INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE VILLA FLORIDA	87
<i>Derlis Ricardo Vera González</i>	



PRESENTACIONES ORALES

PETROLOGIA Y GEOCRONOLOGIA (U-Pb) DE LA SUÍTE CAAPUCÚ – PRECAMBRICO SUR DE PARAGUAY: MAGMATISMO POS-TECTONICO RELACIONADO A LA FAJA PARAGUARI

Amanda F. Granja D. Leite¹, Narciso Cubas², Amarildo Salina Ruiz³, Maria Zelia Aguiar de Sousa³

¹Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. Brasília, Brasil. Email: amandafgdleite@gmail.com

²Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Geología, FACEN, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Email: cubasnpy@yahoo.com

³Faculdade de Geociências – FAGEO, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. Email: asruiz@gmail.com; prof.mzaguilar@gmail.com

La suite Caapucú (SC) pertenece a las rocas precambriacas que constituyen el Bloque Alto Caapucú, ubicado entre el Cráton Río de La Plata y Paranapanema, al sur del bloque Río Apa y al oeste de los cinturones móviles de la Provincia Mantiqueira. Se trata de un magmatismo ácido plutónico a volcánico, alojado en rocas metavulcano-sedimentarios del Grupo Paso Pindó, en contacto tectónico con los litotipos de la Suite Metamórfica Villa Florida del Bloque Alto Caapucú. Kanzler (1987) definió como una zona de fallas de dirección NE que ocurre en las cercanías de la ciudad de Villa Florida. Cordani *et al.* (2001) considera que las estructuras pueden ser prolongaciones de las rocas Precámbricas de la Provincia Mantiqueira, del sureste de Brasil. A partir de datos de campo y análisis petrográfico de la SC fue posible individualizar y caracterizar litotipos plutónicos y volcánicos en esta suite. El estudio en detalle de las muestras a escala macro y microscópica permitió a partir de diferencia de color, granulación, composición y textura, agruparlas en cuatro facies petrográficas: Facies sienogranito porfirítico rapakivi (FSPR), Facies monzogranito a microgranito de feldspato alcalino (FMAM), Facies riolita (FR) y Facies ignimbrita (FI). Son rocas indeformadas de composición monzogranítica a sienogranítica de grano muy fino a medio, presentando texturas rapakivi, granofírica e inequigranular a porfirítica. Ocasionalmente, la matriz de la FI presenta textura micropoiquilítica como resultado de la desvitrificación. El estudio litoquímico revela una variación composicional restringida para esta suite, con tenores de sílice entre 73,9 y 79,2 %, magmatismo caracterizado como ferroso y de naturaleza metaluminosa a levemente peraluminosa. Las rocas volcánicas de la SC son clasificadas geoquímicamente como riolitas y riolitas alcalinas, entretanto las plutónicas son definidas como granitos y granitos alcalinos conforme a lo propuesto por La Roche (1980). Según el diagrama de Eby (1992), se trata de granitoides del tipo A2 (Figura 1A). El grupo A2 engloba a granitoides intruidos en diversos ambientes tectónicos, como son los típicos granitos rapakivi, que por definición de Loiselle & Wones (1979) son granitoides del tipo A derivados de magmas alcalinos posicionados en ambientes pós-tectónicos y/o anorogénicos. En los diagramas de discriminación de ambientes tectónicos propuesto por Harris *et al.* (1986; Figuras 1B) y por Pearce *et al.* (1984; Figura 1C) las muestras se sitúan en los campos delimitados para granitoides fanerozoicos de arco volcánico y pos-colisionales, respectivamente.

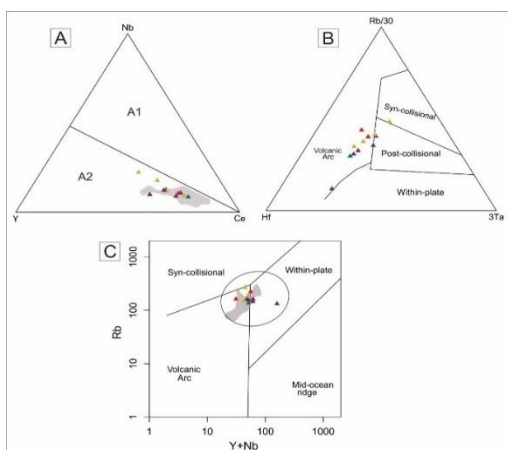


Figura 1 - Distribución de los puntos que representan las rocas de la SC en los diagramas: (A) Y-Nb-Ce (Eby 1992); (B) Hf-Rb / 30-3Ta (Harris *et al.* 1986) y (C) Y + Nb versus Rb propuesto por Pearce *et al.* (1984) y Pearce (1996). Campos en gris: datos geoquímicos de la SC publicados por Cubas *et al.* (1998).

Los datos geocronológicos U-Pb revelan que la edad de cristalización del magma formador de la SC es de 563 ± 7.9 Ma y 565 ± 11 Ma, respectivamente para las muestras de las FSPR (AG04) y FI (AG06). Meira *et al.* (2015) indican que las fajas móviles de la provincia Mantiqueira se originaron a partir de una orogénesis intracontinental impulsada por la propagación de la colisión entre los cratones Paranapanema y San Francisco, seguida de tectónica extensional y voluminoso magmatismo granítico post-orogénico cerca de 600 - 540 Ma. Se sugiere que el magmatismo de la SC se originó en una faja móvil neoproterozoica generada por la aglutinación de los cratones Paranapanema y Río de La Plata. Se admite, además, que la SC se desarrolló en la etapa post-colisional del Ciclo Brasileño/Panafricano, durante la formación del Gondwana Occidental (Figura 2). Teniendo en cuenta el marco lito-estratigráfico y estructural en que se encuadra la SC, asociado al acervo de edades geocronológicas presentadas y

previamente disponibles, se sugiere la correlación tectónica-magmática de la SC con los episodios ígneos post-tectónicos de la Faja Ribeira y/o Dom Feliciano, de la Provincia Mantiqueira.

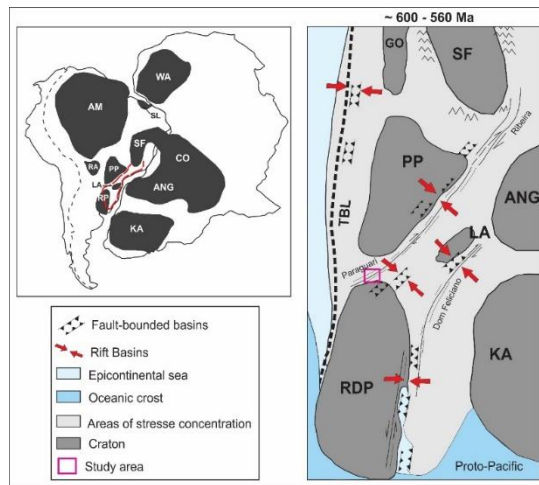


Figura 2 - Esquema representativo indicando las tendencias preferenciales de la amalgamación entre los cratones del Gondwana Oriental y la localización de la faja móvil Paraguari (Adaptado de Meira *et al.*, 2015).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cordani, U.G., Cubas, N., Sato, K., Nutman, A.P., Gonzales, M., Presser, J.L.B., 2001. Geochronological constraints for the evolution of the metamorphic complex near the Tebicuary River, Southern Precambrian Region of Paraguay. III Simposio Sudamericano de Geología Isotópica, Pucon - Chile.
- Eby, G. N., 1992. Chemical subdivision of the A- type granitoids: petrogenetic and tectonic implication. *Geology*, 20, 641-644.
- Harris, N.W.B., Pearce, J.A., Tindle, A.G., 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. *In*: Collision Tectonics (edited by M. P. Coward and A.C. Ries). Geological Society of London, Special Paper, 19, 115-158.
- Kanzler, A., 1987. The Southern Pre-Cambrian in Paraguay. Geological inventory and ages relations. *Zbl. Geol. Palaont. Teil I*, 7/8: 753- 765, Stuttgart.
- La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P., Marchal M., 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1 R2 - diagrams and major element analyses-its relationships with current nomenclature. *Chemical Geology*, 29, 183-210.
- Loiselle, M.C. & Wones, D.R., 1979. Characteristics and origin of anorogenic granites. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 11 (3), 468.
- Meira, V.T., Garcia-Casco A., Juliani, C., Almeida, R.P., Schorscher, J.H.D., 2015. The role of intracontinental deformation in supercontinent assembly: insights from the Ribeira Belt, Southeastern Brazil. *Terra Nova*, 27 (3), 206–217.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W., Tindle, A.G., 1984. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, 25 (4), 956-983.

PROGRAMA MARCO-CIC

Ana María Castillo Clerici¹

¹Coordinadora Técnica Adjunta (2013-2016) E-mail de contacto: ana.clerici2@gmail.com

El Comité Intergubernamental Coordinador de la Cuenca del Plata (CIC) está constituido por 5 países; Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay, el CIC fue creado en 1969 y tiene sede permanente en la ciudad de Buenos Aires, Argentina.

En este marco fue realizado el Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático, este Programa se compone de diferentes etapas, cada uno de los cuales tiene objetivos específicos y un periodo de ejecución determinado.

El Programa Marco constituye una herramienta técnica de gestión que contempla una visión común de los cinco países para incentivar el desarrollo sostenible, en escenarios de corto (5 años), mediano (10 años) y largo plazo (más de 15 años).

El objetivo general del Programa Marco es fortalecer la cooperación transfronteriza entre los gobiernos para garantizar la gestión de los recursos hídricos compartidos de la cuenca de manera integrada y sostenible, en el contexto de la variabilidad y el cambio climático, capitalizando oportunidades para el desarrollo.

En la etapa de diagnóstico, 2011 a 2016, se realizaron varios trabajos conjuntos entre los 5 países para completar y/o mejorar la información de la cuenca en relación a los Componentes de la Estrategia de Ejecución cuales fueron;

Componente I

Fortalecimiento de Capacidades de Cooperación para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, con énfasis en aspectos hidroclimáticos

- Marco Legal-Institucional
- Participación Pública, Comunicación y Educación
- Plan de Monitoreo y Evaluación

Componente II

- Gestión Integrada de Recursos Hídricos
- Balance Hídrico Integrado
- Evaluación y Monitoreo de calidad y cantidad de agua
- Gestión integrada de aguas subterráneas Manejo de los Ecosistemas Acuáticos
- Degradación de la tierra
- Oportunidades para el Desarrollo Sostenible
- Proyectos Piloto Demostrativos

Componente III

Modelos Hidroclimáticos y Escenarios para la Adaptación

- Escenarios hidroclimáticos, en el marco del Sistema de Predicción y Alerta hidroclimática
- Evaluación de Vulnerabilidades y gestión del riesgo
- Medidas de adaptación y concientización pública

Componente IV

Formulación del Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y del Programa de Acciones Estratégicas (PAE)

- Evaluación hidroclimática para el ADT
- Formulación del PAE

PLANES DE CONTINGENCIA EN ÑEEMBUCÚ. PROYECTO PILOTO DEMOSTRATIVO SISTEMA DE ALERTA HIDROAMBIENTAL EN LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS PARAGUAY Y PARANÁ EN EL PROGRAMA MARCO DE LA CUENCA DEL PLATA. 2012-2016

Julieta Gauto¹

¹E-mail de contacto: julietawrg@gmail.com

El Tratado de la Cuenca del Plata fue suscripto por los Gobiernos de los cinco países integrantes de la Cuenca del Plata, Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay, en Brasilia el 23 de abril de 1969. Su objetivo es afianzar la institucionalización del sistema de dicha Cuenca y mancomunar esfuerzos para promover el desarrollo armónico y la integración física de la misma y sus áreas de influencia directa y ponderable. El órgano administrativo es el Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata CIC.

En este ámbito del CIC, fue ejecutado el Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático, con el objetivo de fortalecer la cooperación transfronteriza entre los Gobiernos de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay para garantizar la gestión de los recursos hídricos compartidos en la Cuenca de manera integrada y sostenible, en el contexto de la variabilidad y el cambio climático.

El Componente II "Consolidaciones de Capacidades para el Manejo Integrado" incluyó algunas acciones en áreas transfronterizas, desarrolladas en cuatro Proyectos Pilotos Demostrativos (PPD). Es así que en el marco de la Acción II.1. Sistemas de Predicción Hidroclimática y Adaptación a los efectos hidrológicos y a la variabilidad del cambio climático fue desarrollado el "Proyecto Piloto Demostrativo para el Sistema de Alerta Hidroambiental en la confluencia de los Ríos Paraguay y Paraná" donde la principal amenaza tratada se refiere a los efectos catastróficos de inundaciones causadas por la variabilidad climática en la confluencia de los dos ríos principales de la Cuenca del Plata, el Paraguay y el Paraná.

Este PPD abarcó los territorios de Pilar y Paso de Patria, Departamento de Ñeembucú en Paraguay y Resistencia y Corrientes en Argentina.

Los principales resultados en el nivel nacional son:

- Fortalecimiento de las capacidades en la generación de información y manejo de las alertas hidrometeorológicas.
- Fortalecimiento de los sistemas de medición local.
- Instalación de un Centro de Monitoreo Hidroambiental en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (sede Ayolas).
- Elaboración de Mapas de Riesgo Hídrico para las localidades de Pilar y Paso de Patria.
- Elaboración de Planes de Contingencia para las localidades de Pilar y Paso de Patria (este último aprobado por resolución municipal).
- Capacitación y difusión a pobladores ribereños sobre la utilización de sistemas de alerta y a funcionarios de instituciones en el uso de herramientas de pronósticos.

FORTALECIENDO EL LIDERAZGO LOCAL, FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: CIUDAD DE AYOLAS, PARAGUAY

Carmen Rojas¹

¹Consultora independiente: Fortaleciendo el Liderazgo Local del Siglo XXI para el trabajo frente al Cambio Climático, Ayolas, C.P. 4.830, Misiones, Paraguay. E-mail de contacto: rojascarmen.py@gmail.com

A lo largo de estos 4600 millones de años de edad de nuestro planeta, y con todos los procesos geológicos que el tiempo han producido severas transformaciones en la conformación del planeta, y la evolución de las especies. El clima ha cambiado a lo largo de su historia.

A partir del siglo pasado, se intensificaron los estudios sobre cuestiones ambientales. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) distingue entre “cambio climático” atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y “variabilidad climática” atribuida a causas naturales.

Paraguay no se encuentra exento de los efectos del cambio climático sobre su territorio, por lo cual hoy también como país se ve afectado por esta realidad global.

En lo que se refiere al distrito de Ayolas, uno de los eventos que tiene mayor cantidad de afectados a nivel porcentual de cantidad de habitantes son las inundaciones, ocasionadas por el río Paraná. Lo llamativo, es que las inundaciones se van repitiendo en periodos de tiempos más abreviados. Entiéndase, mucha lluvia en poco tiempo, ocasionando eventos de precipitaciones extremas y ocasionando caudales de agua más de lo normal, atribuyéndose este fenómeno al cambio climático.

Es así que se llevó adelante el proyecto conocido como Liderazgo local ante el frente climático, que tuvo por objetivo: Fortalecer la capacidad de liderazgo y formación sobre el trabajo ante el cambio climático; jóvenes, niños y niñas seleccionados del distrito de Ayolas, Paraguay; mediante la formación en liderazgo, el conocimiento sobre cambio climático general- local, para ser factores de cambio en su comunidad.

CONSERVACIÓN DE BOSQUES MEDIANTE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR DEFORESTACIÓN EVITADA EN EL MERCADO VOLUNTARIO DE CARBONO

Cecilia Pizzurno¹, Alberto Yanosky¹⁻²

¹ Guyra Paraguay. Av. Cnel. Carlos Bóveda, Parque Ecológico Capital Verde – Viñas Cué. Asunción – Paraguay. C. C. 1132 cambioclimatico@guyra.org.py

² Nivel III del Programa Nacional de Incentivo a los Investigadores (PRONII) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

El cambio climático es una preocupación común de la humanidad y los países deberían adoptar medidas para abordarlo teniendo en cuenta el respeto, la promoción y las respectivas obligaciones en materia de derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y personas en situación de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de las mujeres y la equidad intergeneracional (CMNUCC, 2015).

El clima se determina por dos variables: temperatura y precipitación. Los escenarios climáticos utilizados son el A2 y el B2, que forman parte de los escenarios desarrollados por el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). El escenario A2 se refiere a una economía internacional dinámica con un uso intensivo de combustibles fósiles y un crecimiento demográfico alto y sostenido, que provoca un aumento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, con valores muy superiores a los actuales. El escenario B2 supone un cierto nivel de mitigación de las emisiones por medio de un uso más eficiente de la energía, mejoras tecnológicas y un menor dinamismo económico y demográfico, por lo que habría una menor concentración de GEI y, por ende, un menor impacto asociado al calentamiento global (CEPAL, 2014).

Según proyecciones, en el Paraguay se observaría para el año 2100 un incremento continuo de la temperatura media, equivalente a 4,2°C en el escenario A2 y a 3,4°C en el escenario B2; mientras que en cuanto a las precipitaciones, en el escenario A2, hacia la década de 2050 el promedio nacional estaría por debajo de la media, mientras que hacia fines del siglo estaría muy por encima de la media, siendo algunas áreas más sensibles a estas variaciones, como el Chaco Central (CEPAL, 2014).

Según FAO (2015), Paraguay es el sexto país en el mundo que ha sufrido las mayores reducciones anuales en el área de bosque (2010-2015) alcanzando 325.000 ha anuales. En ese sentido, el sector Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS) es el sector que más contribuye a las emisiones netas de GEI. Las principales emisiones del Dióxido de Carbono equivalente (CO₂e) provienen del sector USCUSS que aportaron un total de 108.598,6 1 Gg., seguido del sector Agricultura con un aporte de 35.856,79 Gg., el sector Energía con un aporte de 5.490,68 Gg., luego el sector Residuos con un aporte de 2.126,69 Gg., y por último, el sector Industrias con 614,50 Gg. El sector USCUSS capturó un total 21.199 Gg de CO₂ lo que da un total neto de 87.399,61 Gg de CO₂ para el año 2011 en este sector (SEAM et al., 2016).

La conservación y el uso sostenible de los bosques se conectan directamente con las necesidades básicas y medios de vida locales. El mecanismo de Reducción de Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+) podría constituirse un catalizador del desarrollo sostenible, pues busca aumentar las fuentes de ingresos para las comunidades, contribuir a la reducción de la pobreza y la desigualdad, apoyar a los medios de vida y las culturas tradicionales de los pueblos indígenas y los dependientes de los bosques (Walcott et al., 2015).

Ante la necesidad de identificar nuevas herramientas de conservación y uso sostenible de los bosques, organizaciones de la sociedad civil de Paraguay e Inglaterra, conjuntamente con *Swire Pacific Offshore* (SPO), un proveedor líder de servicios a la industria del petróleo y gas en alta mar con una fuerte política de responsabilidad social que ha tomado la decisión de convertirse en carbono neutral reduciendo la huella de carbono de sus operaciones y compensar sus emisiones inevitables, han desarrollado el proyecto denominado “Conservación de Bosques del Paraguay” con una duración total de 30 años. La iniciativa constituye la primera y única experiencia exitosa en el mercado voluntario de carbono en Paraguay (Pizzurno et al., 2016).

Conservación de bosques beneficia a comunidades indígenas en el Pantanal protegiendo bosques ancestrales con amenaza de deforestación inminente y amplía el territorio ancestral de la Nación *Yshir* mediante la adquisición de 4745 ha de bosque nativo, el cual es considerado un territorio biocultural y es administrado a través de un condominio Socio-Ambiental entre Guyra Paraguay y la Unión de Comunidades Indígenas de la Nación *Yshir* (UCINY). De igual manera, beneficia a pequeños productores agrícolas localizados en el altamente amenazado Bosque Atlántico en el sur del país en forma de pagos por servicios ecosistémicos relacionados al manejo de sus bosques nativos. De esta manera no solo se busca mitigar la deforestación en dos de las regiones ecológicas más presionadas del mundo, sino que también proporciona recursos económicos para un desarrollo sostenible de las comunidades salvaguardando los remanentes forestales (Pizzurno et al., 2016).

El proyecto utiliza el enfoque y el marco teórico de reducción de emisiones de GEI por deforestación y degradación evitada de bosques (REDD+), en conjunción con las metodologías de los estándares internacionales de *Verified Carbon Standard (VCS)* y *Climate, Community and Biodiversity Standards (CCBS)*. Bajo el estándar VCS se emiten bonos de carbono únicos conocidos como *Verified Carbon Units (VCUs)*, los cuales representan una reducción o eliminación de tCO₂e (1 VCU = 1 tCO₂e). Los Estándares CCB identifican y evalúan proyectos de gestión de la tierra desde las primeras etapas de desarrollo y fomentan la integración de las mejores prácticas y el enfoque de beneficios múltiples en el diseño e implementación del proyecto.

En sus primeros ocho años de implementación, el proyecto ha demostrado ser exitosa debido a la doble certificación (VCS y CCBS) y la obtención del doble *Gold Level* por los beneficios excepcionales al clima, la comunidad y la biodiversidad en el Componente Chaco - Pantanal y por los beneficios excepcionales para la biodiversidad para el Componente La Amistad en el área de San Rafael.

Las principales contribuciones relacionadas al proyecto son: (a) la reducción de las emisiones debidas a la deforestación considerando las circunstancias nacionales del Paraguay y sub-nacionales del Departamento de Alto Paraguay e Itapúa; (b) la reducción de las emisiones debidas a la deforestación de bosques en La Amistad; (c) la gestión sostenible de bosques ya que se permite actividades de manejo forestal y, (d) incremento de las reservas forestales de carbono en La Amistad, como consecuencia de la protección y gestión sostenible de los bosques remanentes.

Al presente, las expectativas de reducciones a ser logradas con el proyecto son: en el componente Chaco - Pantanal 198.238 VCUs y en el componente La Amistad 19.743 VCUs (Pizzurno et al., 2016).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPAL. 2014. La economía del cambio climático en el Paraguay (LC/W.617). Disponible en http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37101/S1420018_es.pdf?sequence=1
- CMNUCC. 2015. Adoption of the Paris Agreement. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- FAO. 2015. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo? Disponible en <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/current-assessment/es/>
- Pizzurno, C.; O. Rodas y A. Yanosky. 2016. Experiencia de conservación de bosques en Paraguay mediante reducción de emisiones por deforestación evitada en el mercado voluntario de carbono. *Paraquaria Natural* 4(1): 8 -19 p.
- SEAM/PNUD/FMAM. 2016. Primer informe Bienal de Actualización de la República del Paraguay ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Asunción, Py. 120 p.
- Walcott, J.; J. Thorley; V. Kapos; L. Miles; S. Woroniecki y R. Blaney. 2015. Mapeo de los beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay: utilización de la información espacial para apoyar la planificación del uso de la tierra. Cambridge: UNEP-WCMC

ANÁLISIS DE LOS PROCESOS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS DE LOS HUMEDALES IBERA y ÑEEMBUKU EN TERRITORIO ARGENTINO Y PARAGUAYO

Ana E. Godoy¹

¹Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNA

En el marco del “Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata”, se llevó a cabo un Proyecto Piloto Demostrativo (PPD) para el Sistema de Alerta Hidroambiental en la confluencia de los Ríos Paraguay y Paraná, como parte del Programa para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el Cambio Climático (PM). Estructurado en varios componentes, se llevó a cabo el análisis de alcance regional, abarcando la totalidad de la Cuenca del Plata, y otros de escala local identificados como Proyectos Pilotos, orientados a diversas temáticas específicas. El PPD, localizado en una de las áreas propensas a episodios de inundación en la Cuenca del Plata, tuvo como objetivo mejorar la capacidad de predecir, comunicar y actuar a tiempo para evitar y/o mitigar situaciones de desastres en las áreas metropolitanas de Resistencia y Corrientes en Argentina, y Pilar y Paso Patria en la República de Paraguay.

Se desarrollaron diversas actividades que consistieron principalmente en la recopilación de información cartográfica y documental del área de análisis, estos análisis se realizaron de manera conjunta en las regiones de Iberá y Ñeembucú de Argentina y Paraguay respectivamente. La investigación estuvo apoyada en técnicas de análisis de Sensores Remotos Si bien esta actividad no debería ir separada de las observaciones de campo, por cuestiones de tiempo y costo no se ha cumplido con ésta premisa. Los antecedentes temáticos de la región, fueron utilizados para suplir las actividades campaña.

LA FAUNA CUATERNARIA DEL PARAGUAY

Ricardo Souberlich¹, Alfredo A. Carlini², Christian Colman¹, Sergio D. Ríos³, Paula Aguilera¹, Ana Godoy⁴, Moisés Gadea⁴ & Justo Vargas⁴

¹Laboratorio de Paleontología. Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción. Paraguay

²División de Paleontología de Vertebrados. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

³Departamento de Arqueología y Paleontología. Secretaría Nacional de Cultura. Paraguay

⁴Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción. Paraguay

Los sedimentos depositados durante el Cuaternario en el Paraguay abarcan una superficie aproximada de 254,547 km² y se encuentran representados por dos unidades (Unidad Terciario/Cuaternario indiferenciada y Unidad Cuaternaria Indiferenciada) y una formación (Formación San Antonio) (Proyecto PAR 86). A pesar de la superficie abarcada por dichos depósitos, los restos fósiles colectados y estudiados pertenecientes al mismo periodo son más bien escasos.

Los primeros registros de fósiles atribuidos a la megafauna paraguaya parecen corresponder a Rengger (1835) quien menciona brevemente los restos de un *Megatherium* descubierto en la ciudad de Asunción. A Rengger le siguió Bertoni, quien en sucesivos trabajos describe por primera vez la presencia de *Toxodon* (1926), *Macrauchenia* (1928) y *Glyptodon* (1931) dentro del territorio nacional.

Ya en 1978 Hoffstetter en su trabajo titulado "Une faune de Mammifères pléistocènes au Paraguay" describe 14 géneros pertenecientes a 9 familias y 5 órdenes, todos ellos asignados a una edad pleistocena.

Posteriormente con los trabajos de Presser y Fernández (1984), Carlini (1998) y Carlini & Tonni (2000) se reconocen nuevas localidades y se aportan algunos nuevos taxones a la fauna del cuaternario. Carlini et al. (2004) realizan una interpretación paleoambiental con base en los descubrimientos presentes a la fecha.

Hasta dicho momento la fauna cuaternaria encontrada en nuestro país se consideraba correspondiente a una fauna de abolengo pampeano, es decir, una fauna propia de ambientes abiertos con climas fríos y semiáridos.

Más recientemente, con los descubrimientos realizados a partir de mediados del 2012 como el de Ríos Díaz (2013), Souberlich y Ochoa (2013), Ríos Díaz et al. (2015) y Ríos et al. (2016) entre otros; empiezan a manifestarse algunos elementos faunísticos de abolengo Brasileño, del que se infiere un clima más tropical y húmedo que el anteriormente reconocido para el Paraguay, al menos durante algunos lapsos del Cuaternario (Ríos Díaz et al., 2014).

En la actualidad se tienen reconocidos aproximadamente quince géneros de mamíferos extintos, sin incluir este número a peces, reptiles y aves, que actualmente se encuentran en proceso de estudio.

La mayor parte de los restos fósiles encontrados parecen estar ubicados cronológicamente entre finales del Pleistoceno (superior, 126.000 años) e inicios del Holoceno (inferior, 8.200 años) equivalente a la edad mamífero o SALMA Lujanense. Esta hipótesis se obtiene de los biocrones de las especies descubiertas y de los ensambles faunísticos encontrados en algunos sitios. Actualmente se esperan los resultados de dataciones radio carbónicas (C14) realizadas al ejemplar de *Catonyx* hallado en Vallemí (datación financiada por el proyecto SOUTH AMERICAN MEGAFUNAL EXTINTION de la National Science Foundation of América) y de otros cinco restos de nuevas localidades (con financiación del proyecto CUATERNARIO DEL PARAGUAY de la FACEN y CONACYT) a fin de obtener edades absolutas que nos permitan confirmar o descartar esta hipótesis.

Cabe destacar que gracias a la realización del proyecto "CUATERNARIO DEL PARAGUAY: Caracterización geocronológica mediante el análisis de materiales paleontológicos" financiado por la FACEN y el CONACYT, y que cuenta con el apoyo y la colaboración del Museo de La Plata y de la Secretaría Nacional de Cultura, se ha logrado recorrer gran parte del territorio nacional; visitando nuevamente varias de las localidades fosilíferas tradicionales y anexándose a dichas localidades ya conocidas nuevos sitios de sumo interés paleontológico para el país y la región. También se ha logrado montar las bases de un laboratorio actualizado de investigación paleontológica, con equipos de corte y pulido para huesos y maderas fósiles, así como equipos informáticos y de observación (Estéreo microscopios) que son de gran utilidad en el estudio de la fauna cuaternaria y de otras edades en nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertoni, A. de W. 1926. Mamíferos nuevos para el Paraguay. El *Toxodon* del Pilcomayo. Revista de la Sociedad Científica del Paraguay, 2(1): 67.
- Bertoni, A. de W. 1928. La *Macrauchenia* en el Paraguay. Revista de la Sociedad Científica del Paraguay, 2(4): 189.
- Bertoni, A. de W. 1931. El gliptodonte del Pilcomayo (*Glyptodon clavipes* Ow.). Revista de la Sociedad Científica del Paraguay, 3(1): 5.
- Carlini, A.A. 1998. Informe Paleontológico. Pp. 7-14 in Kruck, W. (editor) Proyecto Sistema Ambiental del Chaco, Tomo II: Investigaciones Especiales. Cooperación Técnica Paraguayo-Alemana, Ministerio de Agricultura y Ganadería Paraguay.
- Carlini, A.A. & E.P. Tonni. 2000. Mamíferos Fósiles del Paraguay. Cooperación Técnica Paraguayo-Alemana. Proyecto Sistema Ambiental del Chaco-Proyecto Sistema Ambiental Región Oriental. La Plata, Argentina. 108 pp.

- Carlini, A.A., A.E. Zurita, G.M. Gasparini & J.I. Noriega. 2004. Los mamíferos del Pleistoceno de la Mesopotamia argentina y su relación tanto con aquéllos del Centro Norte de la Argentina, Paraguay y Sur de Bolivia, como con los del Sur de Brasil y Oeste de Uruguay. Pp. 83-90 in Aceñolaza, F.G. (editor) *Paleobiogeografía y Paleoambiente*, Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino: Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, Instituto Superior de Correlación Geológica, Miscelánea 12.
- Hoffstetter, R. 1978. Une faune de Mammifères pléistocènes au Paraguay. *Comptes Rendus Sommaire de la Société Géologique de France*, 1: 32-33.
- Presser, J.L.B. & Fernandes Crossa, V. 1984. Informe Preliminar sobre Fósiles Vertebrados Pleistocénicos en la localidad de Ytororó, Departamento Central, Rca. Del Paraguay. Ministerio de Educación & Cultura, Dirección de Bienes Culturales. Asunción, Paraguay. 16 pp. Inédito
- Rengger, J. R. 1835. *Reise nach Paraguay in den Jahren 1818 bis 1826*. Aarau.
- Ríos Díaz, S.D. 2013. Una nueva localidad de vertebrados cuaternarios en Puerto Pinasco, Dpto. de Presidente Hayes, República del Paraguay. *Ameghiniana*, 50(4 Suplemento): R29.
- Ríos Díaz, S.D., C.A. Luna, R. Souberlich, P. Aguilera, A.M. Gadea de Campos Cervera & A. Godoy Araña. 2014. Mamíferos del Cuaternario de Puerto Santa Rosa, Departamento de San Pedro, Paraguay. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay* 18:1 R: 67-76
- Ríos Díaz, S.D. R. Souberlich, C. Colman y M. Gadea. 2015. Fósiles Cuaternarios del arroyo La Paz, San Carlos del Apa, Departamento de Concepción, Paraguay. *Ameghiniana* 52 (4 Suplemento): R36
- Ríos, S.D. R. Souberlich y A.A. Carlini. 2016. Primer registro de *Propraopus* Ameghino (*Xenarthra: Dasipodidae*) en el Paraguay. *Ameghiniana*, 53 (6 Suplemento): R35.
- Souberlich, R. & J. Ochoa. 2013. Trabajos de extracción de restos asignables a *Catonyx cuvieri* en la localidad de Vallemí, Concepción, Paraguay. *Ameghiniana*, 50 (4 Suplemento): R30.
- Souberlich, R. y M. de la Fuente. 2011. Primer registro de *Chelonoidis* sp. (*Testudines: Testudinidae*) en el Pleistoceno del Paraguay. *Ameghiniana*, 48 (4 Suplemento): R210

ORIGEN DEL PROMONTORIO ITA PYTÄ PUNTA: EL DESARROLLO TRUNCADO DE UN ARCO NATURAL EN EL PALEOACANTILADO DEL LITORAL MARÍTIMO MIOCÉNICO SUPERIOR – PLIOCÉNICO INFERIOR EN ASUNCIÓN - PARAGUAY

Gadea M.¹, Colmán C.²⁻³, Sarubbi Y.³, Tondo M.⁴, Benítez P.⁵, Ríos S.D.⁶

¹ Encargado de Cátedra – Petrología Sedimentaria. Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UNA. moi7moses@yahoo.com

² Laboratorio de Paleontología. Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UNA.

³ Proyecto Paisajes Gondwánicos del Paraguay Oriental. PINV15-766. FACEN-CONACYT.

⁴ Geólogo Consultor.

⁵ Estudiante Universitario. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UNA.

⁶ Departamento de Arqueología y Paleontología. Secretaría de Cultura.

RESUMEN

Se propone que en el acantilado constituido por areniscas rojas de la Formación Itá Pytä Punta el cabo del mismo nombre es un arco marino con modelado incipiente por el mar Chaqueño e inconcluso en su evolución por la regresión del mismo durante el Mioceno Superior – Plioceno Inferior.

INTRODUCCIÓN

Uno de los elementos más llamativos de la ciudad, en términos geomorfológicos, es el barranco de Ita Pytä Punta (Figura 1). En el idioma guaraní, Ita Pytä Punta significa “extremo de la roca roja” o “punta de la roca roja”. Este apelativo resulta bastante descriptivo en virtud de su disposición espacial en forma de saliente, o promontorio/cabo.

Se localiza en el litoral occidental del río Paraguay en el homónimo barrio de la ciudad de Asunción, según las coordenadas geográficas -25.281905° ; -57.665867°.

Al macizo rocoso en Ita Pytä Punta se lo asigna como formación tipo de la unidad geológica “Formación Ita Pytä Punta”. El acantilado se constituye por areniscas rojas mal seleccionadas, ortocuarzitas rojizas y masivas, friables que recubren los sedimentos más antiguos del Grupo Asunción y que fueron datados como del Cretácico Superior – Cenozoico Inferior (Gómez Duarte, 1991).



Figura 1

RESULTADOS Y ANÁLISIS

A priori, como actualmente se observa el cabo Itá Pytä Punta asociado con el río Paraguay, se podría considerar a una saliente relacionada genéticamente con un modelado fluvial. Sin embargo, el sentido del emplazamiento del cabo no condice con el del desplazamiento del río en la zona. De haber sido el río el modelador geomorfológico, el sentido del eje máximo del cabo se hubiese insinuado paralelo al río y el acantilado tendría otra disposición espacial. Aquí se propone que el río Paraguay en ese lugar coincide con una antigua línea de costa marítima; entonces los agentes geomórficos generadores pueden ser confundidos para interpretar el origen del cabo, incluso la morfología regional asociada al litoral del río.

El origen del cabo Ita Pytä Punta se explica en un contexto de modelado geomorfológico litoral marino del tipo erosivo (Figura 2). El acantilado era consumido por remoción selectiva del macizo, y se encontraba en retroceso en sentido SE-NW, que resulta concordante con el vector de acción del oleaje, conforme a el esquema propuesto de los límites del mar Chaqueño en Asunción, y el bloque litológico de mayor resistencia ha permanecido en forma de saliente o promontorio.

El origen del cabo Ita Pytä Punta se explica en un contexto de modelado geomorfológico litoral marino del tipo erosivo. El acantilado era consumido por remoción selectiva del macizo, y se encontraba en retroceso en sentido SE-NW, que resulta concordante con el vector de acción del oleaje, conforme a el esquema propuesto de los límites del mar Chaqueño en Asunción, y el bloque litológico de mayor resistencia ha permanecido en forma de saliente o promontorio.

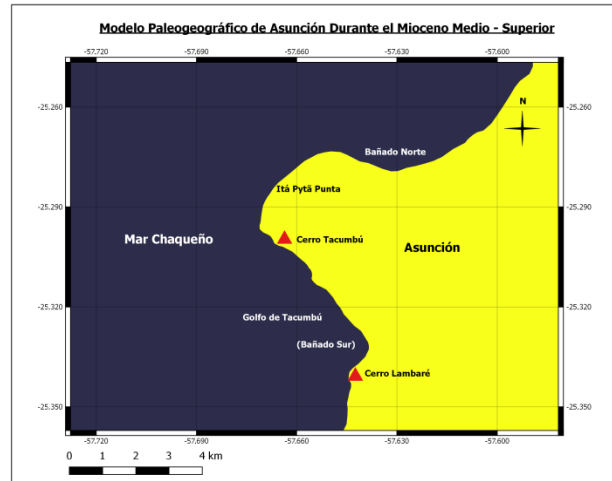


Figura 2

CONCLUSIONES

Asunción, durante la transgresión marina del mar Chaqueño ocurrida en el Mioceno Medio – Superior, contaba con su propia línea de costa, por lo cual se estima que en ese entonces fue una zona marítima en forma de península con sentido NW – SE

El origen y modelado principal del cabo Itá Pytã Punta se relaciona con uno litoral marino asociado a la presencia del mar Chaqueño en la región, lo cual es, Mioceno Medio – Superior.

El retroceso del acantilado, la formación del promontorio y el desarrollo inicial del arco ocurrió durante el Mioceno Medio – Superior (modelado litoral marítimo); la interrupción del ciclo evolutivo del arco en el Mioceno Superior – Plioceno Inferior, en el tiempo de la regresión marina.

La fisonomía en forma de elefante observado en Ita Pytã Punta señala ciclos intermedios de evolución del promontorio. No se conocen geoformas notables como ésta en otros lugares del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceñolaza F. 2004. Paleobiogeografía de la Región Mesopotámica. Pág. 1-6. Revista INSUGEO. Tucumán. Ar.
- Bosio J. 2008. Las arenas cementadas de Asunción. Anales de la Academia Nacional de Ingeniería. Buenos Aires Tomo IV.
- Gomez Duarte, D. 1991. Consideraciones Morfoestructurales y Estratigráficas de la Antiforma de Asunción y su Relación con la Exploración de Aguas Subterráneas. 1er. Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay. Casa de la Cultura, Asunción. Paraguay. 131-146 pp.
- Zucol A., Brea M., Lutz A., Anzotegui L. 2004. Aportes al Conocimiento de la Paleodiversidad del Cenozoico Superior del Litoral Argentino. INSUGEO, Miscelánea 12:

GRUPO AMAMBAY, UNA PROPUESTA DE NOMINACION ESTRATIGRAFICA

Gomez Duarte. D.R.¹, Arguello Fernandez A.S.² & Alegre Cabrera C.C.²

¹Profesor Titular, Dpto. de Geología FACEN –UNA, dariogomezduarte@gmail.com

²Profesor Auxiliar, Dpto. de Geología FACEN-UNA, sofiarguellof@gmail.com ; cinthiaalegre90@gmail.com

RESUMEN

En la región nororiental del Paraguay, varios autores se refirieron a sedimentos posteriores a los basaltos de la Formación Alto Paraná del Cretácico Inferior, describiendo varias litologías. El objetivo del presente trabajo es proponer una nueva unidad litoestratigráfica suprabasáltica en base al Código Paraguayo de Nomenclatura Estratigráfica. Desde el punto de vista geomorfológico, la zona de estudios está localizada en la meseta que constituyen las cordilleras del Amambay y Mbaracayu y cerros testigos, presenta borde escarpado al Oeste y techo de lomadas bien desarrolladas a suaves al Este siguiendo la línea de frontera con el Brasil. Investigaciones realizadas por los autores identifican un estrato bien definido de conglomerados, aglomerados, conglomerados brechosos polimicticos tobáceos y tobas, y otros sedimentos, localizados en las porciones superiores y mesetas de los cerros y colinas del área. En base al Artículo B-19 del Código Paraguayo de Nomenclatura Estratigráfica, se propone la denominación de Grupo Amambay, constituido por las Formaciones Paikuará y Capitán Bado, expuestos en el Departamento Amambay, y la Formación Acaray, aflorante en los departamentos de Canindeyú y Alto Paraná de la Región Oriental del Paraguay, de edad Cretácica Superior, suprayacente a la Formación Misiones (Triásico) y a la Formación Alto Paraná (Cretácico Inferior) correlacionada con unidades de similar edad perteneciente al Grupo Bauru y Cuenca del mismo nombre del Brasil.

INTRODUCCION

En la región nororiental del Paraguay, varios autores se refirieron a sedimentos posteriores a los basaltos de la Formación Alto Paraná del Cretácico Inferior, describiendo varias litologías. De esta manera, Moises S. Bertoni (1912) describe en la región las formaciones y rocas como trappeanas con espelita en la masa central, asperón zonario en los costados o superpuestos y areniscas, con edad probable de Prejurásico – Cretácico. El Proyecto Aquidabán (ANONIMO, 1975), describe unas rocas de naturaleza piroclástica que recubren a las areniscas Misiones en Cerro Guazú, así como sedimentos arenosos y conglomerados que recubren a los basaltos de la región desde Pedro Juan Caballero al Norte y en los alrededores de Capitán Bado, este Proyecto refiere que se trata de las mismas capas que Almeida (1946) describió en el Sur de Mato Grosso (Brasil) y que llega hasta Ponta Porá (Brasil), y que probablemente pertenece al Grupo Bauru de edad Cretácica Superior. El Mapa Geológico del Paraguay Oriental y Localización de Pozos de Reconocimiento de la compañía The Anschutz Co. (ANONIMO, 1981), describe unas areniscas eólicas con una unidad basal de aglomerados y conglomerados tobáceos alcalinos cubriendo a la Formación Misiones, atribuyéndole una edad entre Jurásico Superior a Cretácico Medio. En el Texto del Mapa Geológico del Paraguay (ANONIMO, 1986), se menciona la ocurrencia de unas areniscas de color rosa de grano fino y micáceas sobre los basaltos de la Formación Alto Paraná, y lo correlaciona con la Formación Caiuá, base del Grupo Bauru de la Cuenca del Paraná, otorgándole una edad de Cretácico Superior (Fig. 1).

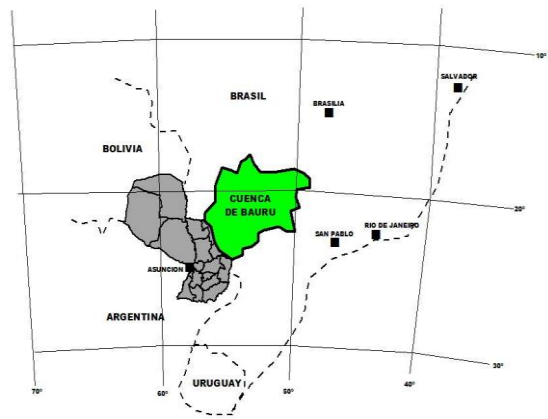


Figura 1. Localización Cuenca Bauru

El objetivo del presente trabajo es proponer una nueva unidad litoestratigráfica suprabasáltica en base al Código Paraguayo de Nomenclatura Estratigráfica -CPNE- (in ANONIMO, 1986; Mapa Geológico, Hidrogeológico y Metalogénico del Paraguay – Conclusiones y recomendaciones del Proyecto, Anexo V).

ASPECTOS GEOLOGICOS REGIONALES

Desde el punto de vista geomorfológico, la zona de estudios está localizada en la meseta que constituyen las cordilleras del Amambay y Mbaracayu y cerros testigos tipo buttes existentes en el límite occidental de la citada meseta, donde las cotas llegan a superar los 650 msnm. Esta unidad geomorfológica presenta borde escarpado al Oeste y techo de lomadas bien desarrolladas a suaves al

Este siguiendo la línea de frontera con el Brasil, que constituye el divisor de aguas para las cuencas hídricas del Río Paraguay en el Oeste y el Río Paraná al Este (Fig. 2).

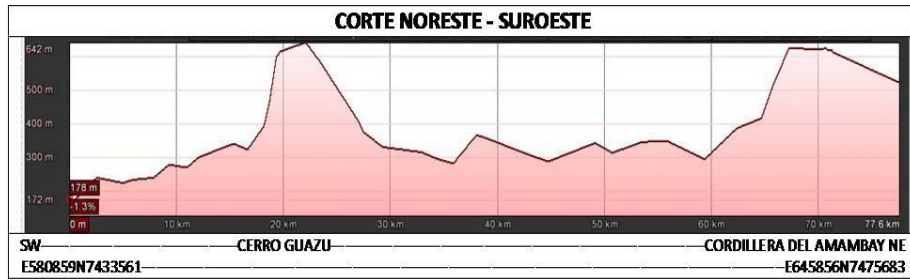


Figura 2. Corte topográfico regional Noreste Suroeste

COLUMNA ESTRATIGRAFICA REGIONAL					
Era	Período	Unidad Litoestratigráfica		Simbología	Descripción litológica
		Grupo	Formación		
Cenozoico	Cuaternario		Aluviones Cuaternarios		Arenas, arcillas, limos, menor grava y orgánicos.
	Mesozoico	Cretácico-Terciario inferior	Amambay	Acaray	
Cretácico-Terciario inferior		Capitan Bado			Sedimentos arenosos y conglomerados bien redondeados compuestos de cuarzo lechoso, cuarzitas, sílex, basalto y turmalina.
Cretácico-Terciario inferior		Paikuara			Conglomerados, conglomerados brechosos polimícticos (distintos tipos de clastos) a volcánicos y tobas.
Jurásico-Cretácico		Alto Parana			Basaltos, predominantemente toleíticos.
Jurásico-Cretácico		Sapucáí			Gabros, basaltos, diabasa (intrusivas y extrusivas alcalinas).
Paleozoico	Permico	Independencia	Misiones		Areniscas eólicas, menor fluviales, intruido parcialmente por diques y silts básicos.
			Cabacua		Intercalaciones de areniscas, siltitas, lutitas y conglomerados de fragmentos de arcillas (fluvial-facies de llanura de inundación).
	Permico		Tacuary		Intercalación de areniscas, siltitas, lutitas, areniscas parcialmente calcáreas y chert oolíticos (fluvial-facie lacustre).
	Carbonífero		Aquidabán		Areniscas, diamictitas, lutitas (Glacio-fluvial)
	Silúrico inferior	Itacurubi	Caril'y		Areniscas micáceas, estratificación fina a masiva, menor arcilla y lutitas (marino).
Precámbrico Indiferenciado					Gneiss, metaarcosa, metacuarcita, migmatita, pegmatita, esquistos, menor granulita y anfibolita.

Tabla 1. Columna Estratigráfica Regional del área NE del Paraguay Oriental

Geológicamente, la región se encuentra en áreas de la Provincia Alcalina del Amambay, donde se destacan los complejos alcalinos de Cerro Corá o Chiriguelo y Cerro Guazú o Jasuka Vendá (nombre nativo). Como estructura regional se destacan el lineamiento Jejui – Aguaray Guazú (ROSSELLO E., et al.; 2016) y la Antiforma de Ponta Porá (Livieres G.; 1987).

En base a la geología regional la zona forma parte de la Cuenca de Bauru, depresión intracratónica desarrollada en el Cretácico Superior (FERNANDES L.A. & COIMBRA A.M.; 1996) posterior al magmatismo del Cretácico Inferior de la Formación Alto Paraná/Serra Geral, localizada al suroeste del Brasil y noreste del Paraguay Oriental. Según estos autores, esta Cuenca se desarrolló rellenando una depresión, supra basáltica, con una evolución geológica diferente a la anterior, la Cuenca del Paraná, resultado de una depresión post-gondwánica a consecuencia de una subsidencia termo-mecánica que aportó sedimentos de sus bordes levantados (Fig. 3).

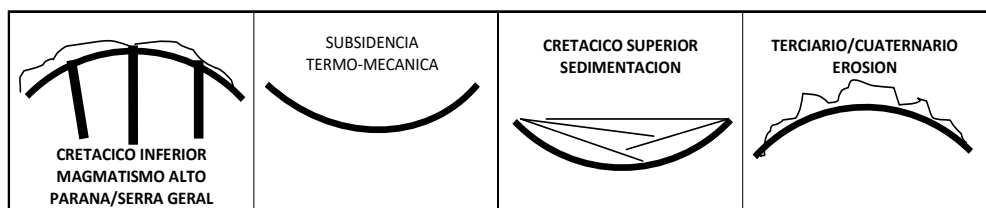


Figura 3. Evolución de la Cuenca Bauru (Simplificado de FERNANDES L.A. & COIMBRA A.M.; 1996)

ASPECTOS GEOLOGICOS LOCALES

Investigaciones realizadas por los autores identifican un estrato bien definido de conglomerados, aglomerados, conglomerados brechosos polimicticos (distintos tipos de clastos) tobáceos y tobas, localizadas en las porciones superiores y mesetas de los cerros y colinas del área (Cerro Guazú; Cordillera del Amambay, cumbres de varios cerros de Lorito Picada y Yvypyte). Los clastos son sub-

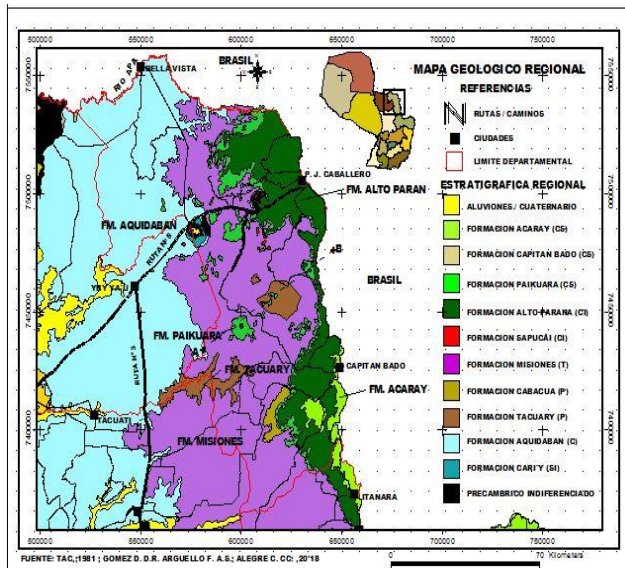


Figura 4. Mapa Geológico Regional del área NE del Paraguay Oriental

redondeados, sub angulosos a angulosos, están constituidos por fragmentos de areniscas (Fm. Misiones) diamictitas (Fm. Aquidabán) rocas alcalinas (Fm. Sapucáí) en una matriz tobácea a cuarzosa con cemento calcáreo, en parte. La litología descrita es coincidente con la descripción de ANONIMO (1.975; op. cit.) donde detalla una roca altamente alterada de naturaleza piroclástica con variadas partículas volcánicas, aparentemente traquíticas, con mezclas de clastos de cuarzo y feldespato y cemento calcáreo. Estas rocas están aún sin nominar, por lo que es fuerza considerar una denominación, designando como localidad tipo los afloramientos de la Estancia Paikuará, localizada inmediatamente al Sur del Cerro Guazú o Jasuka Vendá, en la zona

conocida como Yvypyte.



CONCLUSION

En base al Artículo B-19 del CPNE (1985), se propone la denominación de Grupo Amambay, constituido por las Formaciones Paikuará y Capitán Bado, expuestos en el Departamento Amambay, y la Formación Acaray, aflorante en los departamentos de Canindeyú y Alto Paraná de la Región Oriental del Paraguay, de edad Cretácica Superior, suprayacente a la Formación Misiones (Triásico) y a la Formación Alto Paraná (Cretácico Inferior) correlacionada con unidades de similar edad perteneciente al Grupo Bauru y Cuenca del mismo nombre del Brasil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anonimo, 1.975; Cuenca del Plata, Estudio Para Su Planificación y Desarrollo, República del Paraguay – Proyecto Aquidabán, Desarrollo de la Región Nororiental; Secretaría General de la Organización de Estados Americanos; Washington, D. C.
- Anonimo, 1.986; Mapa Metalogénico del Paraguay – Texto Explicativo; Gob. De la República del Paraguay/Organización de las Naciones Unidas – Proyecto PAR 83/005; Asunción; Paraguay.
- Anonimo, 1981; THE ANSCHUTZ Co.; Annual of Exploration. Archivo de la DRM/MOPC. Asunción, Paraguay.
- Bertoni, M. S., 1912; Descripción física y Económica del Paraguay, Mapa del Paraguay Oriental.
- Fernandes, L. A. y Coimbra, A. M., 1995; Estratigrafía y ambientes deposicionales de la Cuenca Baurú (Cretácico superior, Brasil). Acta Geológica Hispánica, v. 30 (4): 11-30.
- Livieres-Guggiari R.A., 1.987; Der Karbonatit-Komplex von Chiriguelo, Nordost-Paraguay; Clausthaler Geowiss. Diss, H28, 1919 S.74Abb.13Tab; Clausthal-Zellerfeld.
- Rossello, E. A., et al., 2016; La Dorsal Asunción-Río Grande: Un Altofondo regional entre las cuencas Paraná (Brasil, Paraguay y Uruguay) y Chacoparanaense (Argentina). Revista Brasileira de Geociências, 36(3), 535-549.

YACIMIENTO AURIFERO DE PASO YOBAI – PARAGUAY

Benítez J.C.¹, Medina M.², Pérez W.³, Rideout M.⁴

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

²Latin American Minerals Paraguay,

³Neo Lithium Corp, ⁽⁴⁾Lithium Energi Exploration Inc.

INTRODUCCIÓN

El Proyecto de Oro Paso Yobai es el primer emprendimiento minero metálico del Paraguay que llega a un estadio de explotación en el país en más de 160 años.

Paso Yobai es una localidad situada a unos 160 km de Asunción, en el centro de la región oriental del país, en donde se exponen mineralizaciones de oro grueso emplazadas en diques basálticos afectados por alteración epitermal de muy baja sulfuración.

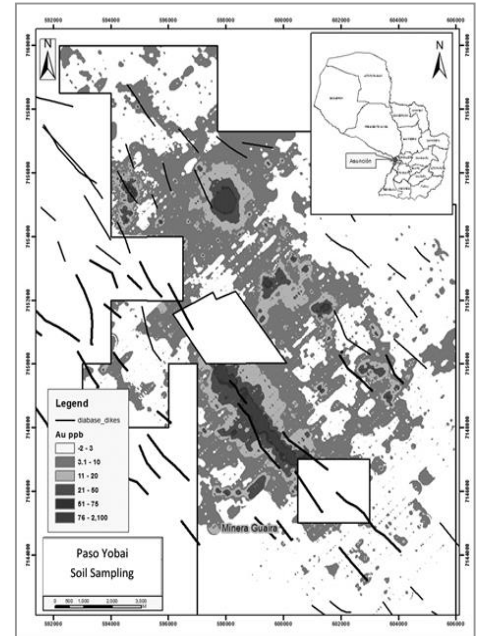
El Paraguay se localiza en el extremo suroccidental de la Plataforma Sudamericana y del escudo Central Brasileño y al oeste del Cratón de Río de la Plata, expuestos en territorio paraguayo como dos altos estructurales conocidos como Cratón Río Apa y Cratón Río Tebicuary. Complementan el escenario geológico dos regiones ubicadas en los bordes marginales de la Cuenca Chaqueña y la Cuenca del Paraná; esta última caracterizada por intenso tectonismo relacionado a la apertura del Atlántico que originó en el mesozoico numerosas estructuras distensionales intensamente aprovechadas para el emplazamiento de intrusivos ígneos como diques, plugs, stocks alcalinos – calco alcalinos y el derrame de lavas basálticas toleíticas relacionadas al Trap del Paraná.

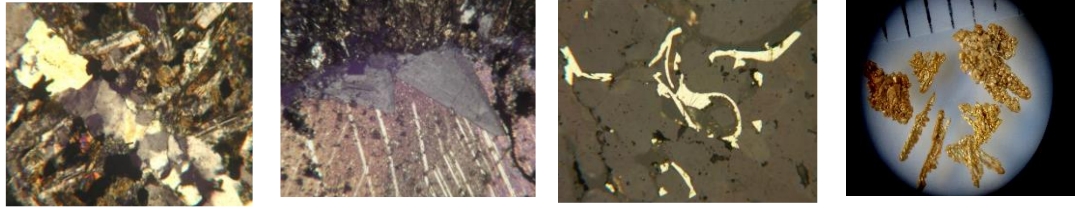
Esta aseveración se menciona en Druecker & Gay (1985), quienes señalan que las numerosas anomalías magnéticas del Paraguay Oriental con dirección NW-SE corresponden a diques verticales y sills de diabasas de composición toleítica, que se emplazaron (a)rellenando preexistentes fracturas del basamento (Gay, 1973) reactivadas en el mesozoico y actuando como feeders al plateau basáltico del Paraná.

DESARROLLO

En la región de Paso Yobai, numerosos diques cuyos espesores alcanzan hasta una treintena de metros se encuentran intruyendo areniscas pérmicas y triásicas, con dirección preferencial N 290° a 320° W (a). La composición mineralógica es de plagioclasas, augita, y menor cantidad de olivino y magnetita indicando filiación basáltica (b), de granulometría fina a media, sometida a alteración hidrotermal de variada intensidad. Los diques se extienden por varios kilómetros y mostrando en la zona del descubrimiento aurífero un sistema hidrotermal de baja sulfuración, con alteración argílica (Qz/Cb+Sm-K) indicando temperaturas entre 200° y 300°C, emplazado de manera vetiforme, en estructuras verticalizadas a sub-verticalizadas, milimétricas a centimétricas, rellenas principalmente con carbonato; del tipo calcita (c), menor manganocalcita o rodocrosita; caolín y esmectita; y en parte asociado con delgadas a muy delgadas vetillas de cuarzo microcristalino (b) coligado con manganeso, jarosita, hematita, ocasionalmente feldespato potásico del tipo adularia (c); en donde se encuentran alojados la mineralización de oro (d) y esporádicamente sulfuros del tipo pirita – calcopirita, y/o magnetita.

La afinidad alcalina de estos diques de Paso Yobai, puede no ser incierta, considerando; el ambiente regional que muestra emplazamientos de complejos alcalinos importantes como el de Sapucaí, que también presenta una mineralización aurífera emplazada en diatremas; así como la respuesta geoquímica con presencia Mn, V, K, As, y La en análisis de rocas de la zona del descubrimiento, haciendo directa relación a la composición de magmas alcalinos. Comunicaciones personales del colega Quinton Henning en su visita al depósito de Paso Yobai, señalan que la aparición de mica de vanadio del tipo roscoelita en Paso Yobai, asociada a vetillos de Cb/Qz, presenta similar asociación a lo observado en depósitos auríferos alcalinos como en Porgera Mine, (Papua Nueva Guineas), en donde además se observa oro de cristalización dendrítica (e), a partir de coloides auríferos, como los encontrados en algunas zonas del nuevo trend aurífero de Paso Yobai.





(b) Diabasa con vetilla de cuarzo (c) Vetilla de Carbonato (d) Vetilla de cuarzo con adularia (e) Oro dendrítico con adularia oro intersticial.

Análisis de PIMA reflejaron alteración argílica, diásporo de mayor temperatura y posiblemente caolinita de mayor cristalinidad, además de clinoptilolite, waikirita del grupo de las zeolitas y clorita, lo cual podría estar indicando una transición a una alteración sub-propilítica de menor temperatura: 100° – 200 ° C.

Las exploraciones en las zonas de diques sindicaron altos grados de mineralización aurífera en muestras de individuales con valores de hasta 100 g/ton Au, variando en forma lateral a grados mineralizados menores entre 100 ppb y 10 g/ton Au. Trabajos de magnetometría y geoquímica regional de suelos, trazaron una longitud de 6.400 metros de extensión de los diques en la zona mineralizada del descubrimiento, en donde han sido confirmados similares grados de mineralizaciones hasta más de 100 metros de profundidad.

Otras manifestaciones auríferas fueron descubiertas regionalmente a lo largo de unos 11 km de un nuevo trend mineralizado, ubicado a unos 3.5 km al NE del dique mineralizado del descubrimiento (a), ampliando la extensión de la región anómala aurífera a una superficie de unos 130 km², con dos posibles diferentes sistemas genéticos auríferos de emplazamientos relacionados entre sí. En el nuevo trend, la zona suelos y regolitos forman anomalías circulares o semi-circulares distribuidas en una dirección NW-SE, mostrando menor respuesta a los relevamientos magnetométricos y un alto contenido de Au visible en sondeos manuales, trincheras, calicatas y perforaciones diamantinas. Algunas de las anomalías circulares han reportado extraordinarios valores de Au, de hasta 1.000 a 2.000 ppb/ton Au en el relevamiento geoquímico básico de superficie.

Relevamientos geofísicos de tipo CSAMT e IP en este nuevo trend mineralizado, han manifestado rasgos geológicos diferentes a los diques tabulares y sills observados en la zona del descubrimiento, denotando posibles mineralizaciones asociadas a estructuras profundas situadas entre 300 y 600 m. Estos cuerpos mineralizados deben ser investigados con mayor detalle con el fin de definir la génesis del Au en esta zona y su correlación con la zona del descubrimiento.

CONCLUSIONES

- 1) Los relevamientos geoquímicos del yacimiento aurífero de Paso Yobai indican una importante superficie de unos 130 km² afectada por anomalías de oro, la cual puede estar alimentada por feeders a partir de una o más fuentes profundas coligadas a un gran cuerpo magmático subterráneo dolerítico, constituido como basamento local.
- 2) Los estudios geofísicos en la zona definieron dos posibles tipos de mineralizaciones auríferas de acuerdo a su emplazamiento; en un caso, a lo largo de estructuras tabulares tipo diques o sills de diabasa; y en otro, presentando rasgos estructurales diferentes, adoptando formas anulares o circulares sin tener continuidad lateral, y respondiendo posiblemente a zonas de colapsos estructurales o de desmagnetización de la roca basáltica original.
- 3) La asociación mineral de la alteración hidrotermal argílica a sub propilítica manifiesta una indiscutida génesis epitermal; presentando sin embargo alguna posible afinidad alcalina del magma, de acuerdo a algunas características individuales específicas como ser la presencia de ciertos minerales como roscoelita y adularia; la cristalización de oro a partir de coloides en algunas zonas y los contenidos de ciertos elementos químicos; indicando así similitudes con yacimientos auríferos alcalinos mejor estudiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Druecker, M.D. e Gay, S.P. Jr. (1987), Mafic dyke swarms associated with mesozoic rifting in Eastern Paraguay, South America. In Halls, H.C. e Fanking, W.F. (eds), Mafic Dyke Swarms. Geol. Assoc. Can., Sp. Paper, 34: 187-193 p.

NUEVA MINERÍA SIN EL USO DE AGUA NI MERCURIO EN LA RECUPERACIÓN DEL ORO

Jaime Ricardo Flores Días¹

¹Ingeniero Metalúrgico en Minas Email: jaime.flores.mag@gmail.com

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se desarrolla una intensa actividad Minera de oro de roca dura (veta y manto) cuya característica principal es el oro visible o también llamado oro grueso, teniendo como protagonista a los mineros artesanales quienes participan directamente en la extracción, recuperación y comercialización del metal preciado.

En la actualidad los mineros tan solo recuperan 30% de oro grueso, y para ello usan agua y mercurio, a todo esto, se suma la pobre molienda, toda vez que el oro se encuentra atrapado en sulfuros. La pobre molienda con tambor molino, trapiche, quimbaleta, no logran liberar al oro, en consecuencia, el oro se escapa junto con los relaves, ocasionando altas pérdidas al minero.

SOLUCIÓN A ESTA PROBLEMÁTICA

Molienda-pulverizador y concentración en seco

¿Cómo se hace?

La técnica de molienda por impacto en seco es la más apropiada para minerales de estructura molecular donde el mayor componente son los sulfuros, en la mayoría de los casos presenta resistencia a la liberación del oro, debido que el mineral preciado se encuentra atrapado dentro de los sulfuros. Esta técnica logra granulometrías desde 85 Mesh hasta 150, y en circuito cerrado, se logra 200 Mesh.

¿Por qué es técnicamente y económicamente, más viable el proceso en seco?

Amalgación: Consiste en agregar (azogue) al material procesado o explotado.

Cuando este entra en contacto con el oro libre, lo atrapa, formando una amalgama (aleación oro-mercurio) de color blanco brillante y viscoso.

Problemas de la amalgación: Una de las principales causas de una deficiente amalgación se da en la preferencia de estos minerales, como son:



¡El agua es un obstáculo cuando el oro está atrapado en minerales sulfurosos!

Tiene mala recuperación de sulfuros auríferos: Como es de conocimiento, la mala molienda, hace que el oro no este liberado, consecuentemente, el fracaso es una triste realidad. Requiere de abundante agua limpia, y de presión constante.

La forma de la partícula de oro: Cuando esta laminado, es difícil atrapar toda vez que la partícula este extremadamente delgado. Cuando el oro este asociado a arcillas, tienen una gran influencia en la gravimetría, porque aumenta la viscosidad, tal es el caso que se debe (lavar) antes de concentrador.

¿Para qué tipo de extracción se la puede utilizar?

Cuáles son las aplicaciones del proceso KGM-C:

- Oro de origen de veta y manto.
- Oro atrapado en piritas.
- Oro atrapado en cuarzo.
- Oro atrapado en arsenopiritas.
- Oro atrapado en arcillas.

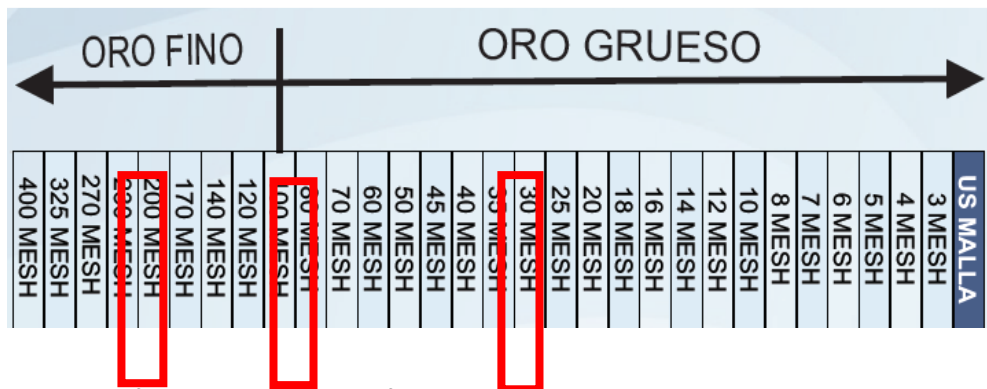
¿Qué se entiende por oro grueso?

Oro grueso es la partícula de oro libre de ganga que se encuentra en 100 Mesh o un 150 un como mínimo, VER CUADRO DE MALLAS

¿Qué se entiende por oro fino?

Oro fino es la partícula de oro, que se encuentra a partir de Mesh 100 0 150 micras, hacia granulometrías más finas. VER CUADRO DE MALLAS

¿Qué se entiende por granulometría malla Mesh?



¿La tecnología actual por gravimetría recupera oro grueso solamente?

Así es, los equipos por vía húmeda (agua) logran recuperar solo hasta 100 Mesh. El oro fino es arrastrado por el agua, hacia los relaves ocasionando pérdidas al productor.

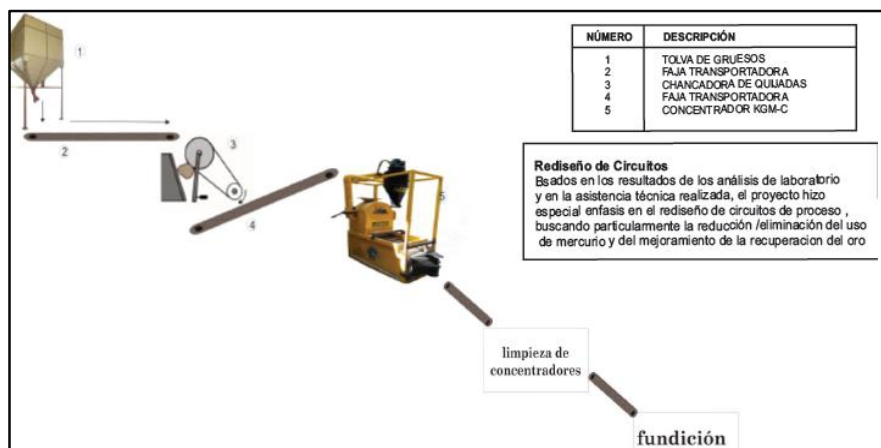
¿Cómo se recupera el oro fino?

La tecnología metalúrgica aplica el proceso de hidrometalurgia, por lixiviación y/o flotación.

¿En qué mallas o Mesh debe estar la molienda el mineral aurífero para continuar con el proceso metalúrgico?

Malla #200 como mínima, para lixiviación.

Diagrama de flujo del proceso por gravimetría para recuperación de oro en seco



CONCLUSIÓN

Uno de los principales objetivos de la pulverización, es permitir la liberación o desprendimiento del oro, para separarlo de los minerales de ganga, la pulverización debe ser 200 mallas o superior, mientras más fino sea el mineral, la recuperación del oro será mayor.

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL YACIMIENTO DE ORO DE PASO YOBÁI

Guillaume Martin¹

¹Geólogo consultor, guillamartin08@gmail.com

En el departamento del Guaira, en la zona de Paso Yobái, se encuentra el yacimiento de oro el más importante conocido hasta hoy en día, en Paraguay. Muchos intereses económicos de inversión son atraídos por la “capital del oro”, aunque el desconocimiento geológico del yacimiento está todavía muy importante. Este trabajo sintetiza los resultados de trabajos de campo, muestreos, estudios de muestras de perforación, análisis químico de muestras, explotación de minas, etc... durante un año y medio en varios lugares de la zona, en el fin de proponer un modelo geológico del yacimiento.

La zona de interés descubierta durante los trabajos de exploración de LAMPA se forma de dos lineamientos mineralizados paralelos NO-SE (Figura 1). En el lineamiento el más al sur-oeste, la mineralización sigue una línea recta, en vetas de calcita, adentro de un dique basáltico sub-vertical. En el lineamiento el más al norte-este, la mineralización se encuentra en puntos esporádicos, perfectamente alineados y separados cada unos por una distancia similar. En este caso, la mineralización se encuentra en forma de “bolsas” de oro, en capas sucesiva de arenisca, con una extensión horizontal importante.

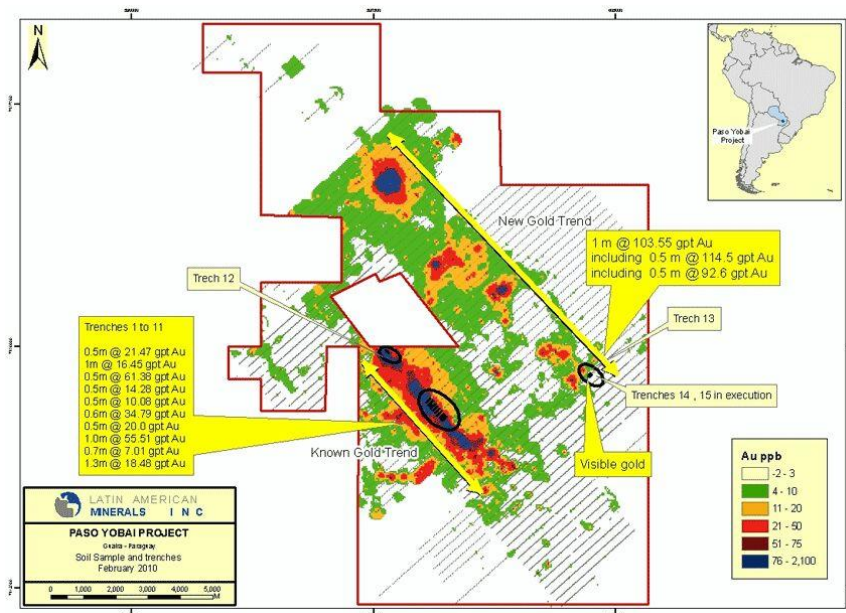


Figura 1: Análisis de suelo y anomalía en concentración de oro (Mapa de LAMPA, 2010).

Aunque las características diferentes entre estos dos lineamientos son sorprendentes dentro del mismo yacimiento con una fuente hidrotermal común, la clave se encuentra en el estudio estructural de la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bense V.F., T. Gleeson, S.E. Loveless, O. Bour, and J. Scibek, 2013, Fault zone hydrogeology, *Earth-Science Reviews* n°127, p.171–192.

Caine J.S., J.P. Evans, and C.B. Forster, 1996, Fault zone architecture and permeability structure, *Geology*, v. 24, no. 11, p.1025–1028

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS ANTIGUAS MINAS DE HIERRO DE LAS MISIONES JESUITAS DEL PARAGUAY, LOCALIZADAS EN EL CRATON RIO TEBICUARY

Darío R. Gómez Duarte¹

¹Profesor Titular, Dpto. de Geología. FaCEN - UNA. dariogomezduarte@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la ocurrencia de minerales de Hierro del tipo Banded Iron Formation o BIF en zonas del Cratón Río Tebicuary en base a datos históricos y actuales. La existencia de minerales de hierro en la región localizada en el Sur del Departamento Caapucú y el Norte del Departamento Misiones de la Región Oriental del Paraguay es conocida desde la época de la Conquista Española. Las manifestaciones de BIF se encuentran en el Cratón Río Tebicuary, y áreas del Complejo Río Tebicuary, en zona de afloramientos de una asociación metavulcanosedimentaria del tipo greenstonebelt y en ambientes dominados por unas rocas cuarcíticas, denominada como Formación Itayurú en las localidades de Itayurú y San Miguel (Misiones). Teniendo en cuenta los análisis químicos históricos con porcentajes superiores al 30%, el emplazamiento geológico cratónico de edad Arqueana-Paleoproterozoica, los análisis químicos y el análisis/descripción petrográfica actuales, es fuerza considerar que estamos en presencia de una manifestación de Banded Iron Formation o BIF en ambientes de greenstonebelt del paleoproterozoico a arqueano, similar otras regiones del mundo, y que representa un enorme potencial económico con el mineral de hierro y otros minerales asociados comúnmente con este tipo de manifestación mineral.

INTRODUCCION

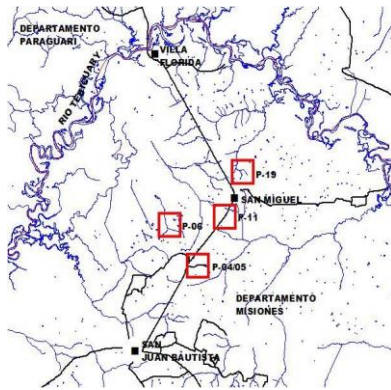


Figura 1. Localización de la zona de estudios Planeta (PEREIRA L.; 2016)

El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la ocurrencia de minerales de Hierro del tipo Banded Iron Formation o BIF en zonas del Cratón Río Tebicuary en base a datos históricos y actuales.

Las formaciones de hierro bandeado o BIF (Banded Iron Formation), constituyen el mayor recurso mineral de Hierro en el mundo, denominados de diferentes maneras, tales como las Taconitas del Lago Superior, las Itabiritas del Brasil o Jaspilitas de Australia (LUNAR HERNANDEZ. R; 2015). Ocurren en ambientes geológicos paleoproterozoicos a arqueanos, y son rocas bandeadas casi exclusivamente de Hierro, Sílice y Oxígeno, atribuidos a contribuciones terrígenas, generalmente tobáceas, relacionadas con la evolución de la atmósfera, biosfera e hidrosfera de los inicios de la historia. Del Gross G.A. & Mcleod C.R. (1980), clasifican los tipos de BIF de acuerdo a la identificación,

ubicación, rocas asociadas, edad geológica, tipo de formación de hierro, clasificación según cinco facies prominentes (óxido, silicato, carbonato, sulfuro o clástico) e información sobre tamaño de grano, textura y mineralogía de las muestras.

La comparación de los BIF con los sedimentos metalíferos recientes, asociados con los sistemas de ruptura y cuencas oceánicas, sugiere importantes similitudes en la composición con muestras de BIFs estudiadas en mayor detalle (Gross G.A. & Mcleod C.R.; op. cit.).

Antecedentes Históricos: La existencia de minerales de hierro en la región localizada en el Sur del Departamento Caapucú y el Norte del Departamento Misiones de la Región Oriental del Paraguay (Fig. 1) es conocida desde la época de la Conquista Española. De esta manera el Jesuita JOSE SANCHEZ LABRADOR (1771) refiere para las misiones la existencia de una *"piedra imán o calamita o megnes que es un mineral oscuro que tiene la propiedad de orientarse con respecto a los polos..."* (Sic erat scriptum). FELIX DE AZARA (1790), dice que en la zona de San Miguel (Misiones): *"...Seguimos media legua más, y desde la lomadita pegada al camino que llamo de imán se tomaron varias enfilaciones que omito porque advertimos que en esta lomita hay piedra magnética."* Esta descripción corresponde a la zona norte y la lomada de acceso al Pueblo de San Miguel. DEMERSAY A. L. (1860), menciona que *"...en los últimos años se ha abierto una mina de hierro en San Miguel, que parece estar floreciendo..."*, y dice que: *"El mineral de hierro oxidado magnético de San Miguel no es tan rico como el oligisto de Caapucú o Quiquío"* (Sic erat scriptum). Además, indica que exámenes realizados en Charleroi (Bélgica), en el laboratorio de análisis químico de M. Van Bastelaer, de una muestra de este hierro magnético dio buen resultado. DU GRATY A. L. H. G. M, (1862) menciona que el Oligisto de *Quiquío* (Sic erat scriptum) contiene 36% de Hierro, mientras que el *Hierro Oxidulado* (sic erat scriptum) de San Miguel 32% del mismo metal. RAMOS GIMENEZ L. (1934), refiere que desde 1854 se estableció una fundición para el beneficio del carbón de leña, de los minerales de hierro de *Quiquío* (Sic.), Caapucú y San Miguel. Este autor, citando a Rebaudi (Ovidio Rebaudi, Autor de la obra Minería Paraguaya) indica una composición porcentual de: 41,505 Sílice y silicatos insolubles,

6,476 de Oxido de Aluminio, 2,182 de Peróxido de manganoso, Oxido de hierro magnético 49,711 y Otros principios perdidas.

GEOLOGIA REGIONAL

Las manifestaciones de BIF se encuentra en el Cratón Rio Tebicuary (GOMEZ DUARTE D.R.; 2000), y áreas del Complejo Río Tebicuary, en zona de afloramientos de una asociación metavulcanosedimentaria del tipo greenstonebelt (ANONIMO, 2001; GOMEZ DUARTE D.R., 1996; 2000; ANONIMO, 1989) y en ambientes dominados por unas rocas cuarcíticas, denominada como Formación Itayurú (ANONIMO, 1989 op. cit) y que son unas cuarcitas blanquecinas a ahumadas cuya granulometría no es observable megascópicamente que afloran en las localidades de Itayurú y San Miguel (Misiones).

ANONIMO (1989 op. cit.) describe diciendo: "... La roca que denominamos, cuarcita es compacta, de granos finos, con tonos blanquecinos a ahumados, teñidos frecuentemente por minerales verdosos. Los estudios microscópicos de diferentes muestras indican la presencia de cuarzo recristalizado, cuarzo hidrotermal, individuos (cristales) de feldespato potásico y variedades de micas entre las que se destacan la muscovita taeñolita (Zinnwaldita) (mica portadora de Litio) y fuchsita (mica cromífera). Se aprecian, así mismo, cristales de rutilo incluidos en las micas, morfológicamente se caracterizan por conformar cristales anhedrales y en codos; por otra parte, se ven algunos cristales de casiterita que muestran algunas similitudes ópticas con el rutilo. ...De acuerdo a la compleja mineralogía que presentan las cuarcitas, pueden ser consideradas, al menos en sectores, como "verdaderos greisens", es decir, las rocas originalmente sedimentarias han sufrido un proceso de transformación con reemplazos metasomáticos, que condujeron a una greisenización a partir de soluciones de rocas graníticas – gneisificadas (Granitos estirados) que se encuentran colindantes con las denominadas cuarcitas". Según esta cita y lo que se observa en el campo, esta unidad, está cortada frecuentemente por filones de cuarzo lechoso y/o hialino.

RESULTADOS

ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE BIF DE SAN MIGUEL, MISIONES, REGION ORIENTAL DEL PARAGUAY													
MUESTRA	ELEMENTO	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	Ni	Co	Cd	Bi	As	Sb
UNIDAD	UNIDAD	PPB	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
P-04		5	0,2	6	3	57	1	66	10	2	5	5	5
P-05		6	0,3	10	2	102	1	93	11	2	5	5	5
P-06		3	0,2	36	26	73	1	211	21	0,2	5	5	8
P-11		3	0,2	26	32	18	1	8	13	0,2	5	44	9
P-19		5	0,2	68	12	33	1	30	5	0,2	5	5	5
PROMEDIO		5,2	0,22	29,2	19	56,6	1	83,6	12	0,92	5	13,6	6,4

MUESTRA	ELEMENTO	Fe	Mn	Te	Ba	Cr	I	Sn	W	La	Al	Mg	Ca	Na	K
UNIDAD	UNIDAD	PCT	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PCT	PCT	PCT	PCT	PCT	PCT
P-04		10	1873	13	236	100	18	20	20	3	0,97	0,01	0,01	0,01	0,01
P-05		10	2341	26	99	127	19	20	20	3	1,26	0,01	0,01	0,01	0,01
P-06		10	474	10	309	366	51	20	20	132	2,39	1,21	0,41	0,05	0,16
P-11		10	823	10	163	118	200	20	20	13	3,48	0,03	0,02	0,01	0,05
P-19		10	182	17	55	60	36	20	20	15	0,49	0,07	0,07	0,01	0,31
PROMEDIO		10	1139	15,2	172,4	154,2	64,8	20	20	33,2	3,718	0,266	0,104	0,018	0,1325

MUESTRA	ELEMENTO	Sr	Y	Ga	Li	Nb	Sc	Ta	Ti	Zr
UNIDAD	UNIDAD	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
P-04		2	2	2	1	2	7	10	0,01	9
P-05		2	3	2	1	4	8	16	0,05	16
P-06		34	60	2	15	4	11	10	0,05	7
P-11		6	5	2	10	11	7	10	0,04	23
P-19		4	7	2	1	4	5	10	0,03	5
PROMEDIO		9,6	15,4	2	5,6	5	7,6	11,2	0,032	12

Cuadro 1. Análisis de muestras de BIFs ocurrencia no es puntual

Como resultado de varios trabajos de investigación realizados o en el que participó el autor en la zona de San Miguel, Misiones obteniendo muestras de las antiguas labores mineras y otras no registradas en datos históricos ni publicaciones científicas, aquí se presentan los resultados de análisis petrográfico y químico realizados en varias muestras (Cuadro 1). Las composiciones de las muestras colectadas en las diferentes manifestaciones presentan un comportamiento geoquímico similar entre ellas, que la ocurrencia no es puntual (figura 2).

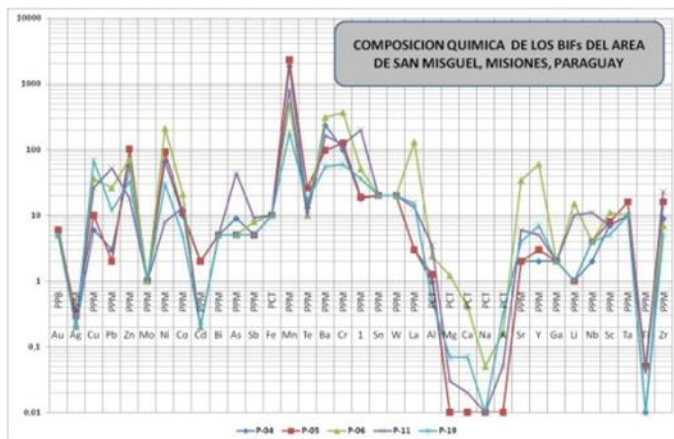


Figura 2. Composición química de los BIFs

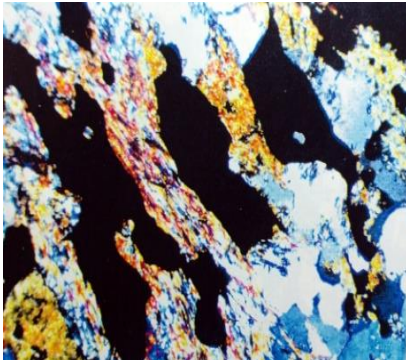
De las muestras sometidas a análisis químicos, como representativa se describe la Muestra P-19 que contiene cuarzo, grunerita, actinolita y hematita como minerales principales, con cantidades trazas de pirita, calcopirita y pirrotina. Según la literatura, esta composición es típica de formación de hierro en bandas de facies óxido-silicato en secuencias de greenstones.

Análisis petrográfico (Mauro Marchetto; Celina M. L. Marchetto – CLM Petrografia Ltda.)

Número de la Muestra: P-19; Nombre de la Roca: BANDED IRON FORMATION (Grunerita – Actinolita – Hematita - Metachert)

Microfotografía: Composición Mineral: Cristales orientados de actinolita y grunerita (colores brillantes), hematita (opacos) y agregados granoblásticos de cuarzo. Muestra P-19, 25 X, nicoles cruzados. Porcentual: Cuarzo 40%, Grunerita 17%, Actinolita 18%, Opacos 25%.

Descripción: Roca foliada de grano medio, mostrando bandas paralelas y una textura granoblástica

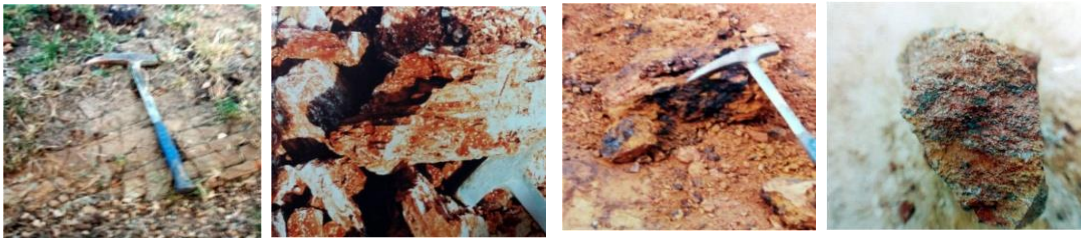


(nematoblástica). El **Cuarzo** se presenta como cristales poligonales de grano fino a medio, que forman agregados granoblásticos orientados. La **Grunerita** forma cristales prismáticos de grano medio, intensamente alterado a óxidos de hierro, mostrando un débil pleocroísmo en tintes incoloros y de color marrón pálido. La **Actinolita** se presenta como cristales finos a medianos en forma de agujas, formando agregados orientados, que muestran pleocroísmo en tintes de color verde claro y verde azulado claro. **Opacos** es principalmente hematita, formando cristales finos a medio anhedrales orientados, formando localmente bandas paralelas difusas.

Figura 3. Microfotografía: P-19. 25X Nícoles cruzados

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los análisis químicos históricos con porcentajes superiores al 30%, el emplazamiento geológico cratónico de edad Arqueana-Paleoproterozoica, los análisis químicos y el análisis/descripción petrográfica actuales, es fuerza considerar que estamos en presencia de una manifestación de Banded Iron Formation o BIF en ambientes de greenstonebelt del paleoproterozoico a arqueano, donde las cuarcitas fueron datadas por CORDANI, U. G., et. al. (Op. cit.) por $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ en un promedio de 2028 ± 10 Ma, similar otras regiones del mundo, y que representa un enorme potencial económico con el mineral de hierro y otros minerales asociados comúnmente con este tipo de manifestación mineral.



Fotografías Bifs de de Diferentes Manifestaciones de los San Miguel, Misiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anonimo; 1989; Proyecto Par 86/003 Minerales Metálicos, No-metálicos y Rocas de Aplicación – Proyecto Talco y Pirofilita); PNUD-DTCD-Gobierno de Paraguay; Asunción.
- Anonimo; 2001; Mapa de Integración Geológica de la Cuenca del Plata y Areas Adyacentes – Boletín Lanzamiento; MERCOSUR – SGT 9 – MINERÍA Y ENERGIA; Montevideo, Uruguay.
- Azara Felix De; 1790; Geografía Física y Esférica de las Provincias del Paraguay y Misiones Guaraníes. Compuesta por don FELIX DE AZARA, Capitán de Navío de la Real Armada. En Asunción del Paraguay. Año MDCCXC.
- Cordani, U. G.; Cubas, N.; Sato, K.; Nutman, A. P.; Gonzales, M. E.; Presser, J. L. B.; 2001; Geochronological constraints for the evolution of the metamorphic complex near the Tebicuary River, Southern Precambrian Region of Paraguay; III SSAGI, 2001, Pucon - Chile. III Simposio Sudamericano de Geología Isotópica.
- Cubas, N.; Garcete, A.; Meinhold, K.D. 1998. Mapa Geológico de la República de Paraguay 1:100000, Hoja Villa Florida 5468, Texto Explicativo; (MOPC & BGR); Asunción.
- Demersay Alfred L.; 1860; Hisroire Physique, Économique Et Politique Du Paraguay Et Des Établissements Des Jésuites; Librairie de L. Hachehtw et C; Paris.
- Du Graty L. L. H. G. M.; 1862; LA RÉPUBLIQUE DU PARAGUAY; 13 de dic. De 1862;; Librairie Européenne de C. Muquardt; Londres.
- Gomez Duarte, D. R.; 2.000; Paraguay's Mineral Resources; 31st International Geological Congres; Río de Janeiro; Brasil.
- Gomez Duarte, D.R.; 1.996; Cuadro Estratigráfico de la Hoja Villa Florida – Una Propuesta en Base al Código Paraguayo de Nomenclatura Estratigráfica; Cooperación Geológica Paraguayo-Alemana, Dirección de Recursos Minerales, Minist. De Obras Púb. y Comun.; San Lorenzo; Paraguay.
- Gross G. A. & Mcleod C. R.; 1980; A preliminary assessment of the chemical composition of iron formations in Canada; The Canadian Mineralogist (1980) 18 (2): 223-229.
- Kanzler A.; 1.987; The Southern Precambrian in Paraguay – Geological Inventory and Age Relations. - Zbl Geol. Palaont. Teil I, 1987 (7/8): 753-765; Stuttgart.
- Lunar Hernández, R. (2015). Yacimientos de hierro. Dpto. de Cristalografía y Mineralogía. Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid
- Meinhold K. D.; Cubas N.; Garcete A.; Lahner L.; 2011; Mapa Geológico 1:250.000 del Complejo Precámbrico Sur del Paraguay: Texto explicativo; Geologisches Jahrbuch Reihe B, Band B 100; ISBN 978-3-510-95987-7.
- Peralta Belmonte F. A.; 2015; Petrografía de Cuarcitas ferruginosas de la Suite Metamórfica Villa Florida, Ita Yurú, Misiones; Tesis de Grado de la Carrera de Geología de la FACEN-UNA; San Lorenzo, Paraguay.
- Pereira L. L.; 2016; Estudo mineralógico e químico das formações ferríferas bandadas da área do sinclinal conta história; Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.
- Ramo Gimenez L.; 1934; El hierro y otros metales del Paraguay.
- Sánchez Labrador, J.; 1771. Paraguay Natural. Ilustrado. Noticias del país, con la explicación de phenomenos physicos... (Manuscrito inédito existente en Archivo Romanum Societatis Iesu, durante su exilio en Rávena, Italia, y citada en numerosas obras y autores.

ZONAS SÍSMICAS EN PARAGUAY

Gadea M.², Fugarazzo R.¹, Caballero M.², Figueres V.²

¹Director. Laboratorio de Sismología. FaCEN – UNA

²Técnico - Operador. Laboratorio de Sismología. FaCEN – UNA

INTRODUCCIÓN

Habiendo recurrido a la revisión de catálogos de eventos sísmicos históricos y recientes de instituciones regionales de Argentina, Bolivia, Brasil y los registros de la Estación Sismológica de FaCEN – UNA (CPUP) de aquellos sismos que fueron percibidos por la población, se elabora un inventario de eventos ocurridos en Paraguay y se determinan sus zonas con propensión sísmica.

De acuerdo a las coordenadas geográficas de sus respectivos epicentros se establece un mapa sismológico actualizado del Paraguay:

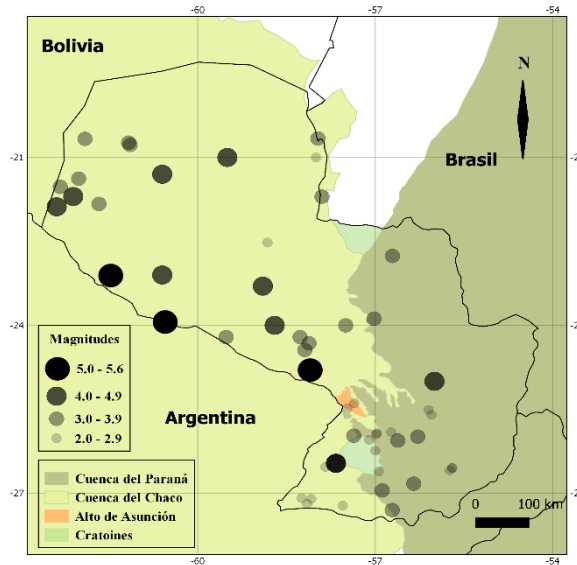


Figura 1. Mapa sismológico del Paraguay

RESULTADOS Y ANÁLISIS

La mayor cantidad de sismos notables ocurren en el Chaco paraguayo, especialmente en la cuenca del río Pilcomayo y en la zona oriental de Alto Paraguay.

Los sismos de mayor violencia se manifiestan en el Chaco paraguayo. Estos sismos históricos (de 1982 y 1989) fueron percibidos por la población y se los considera como moderados. El sismo de 1982 (Mb 5.2) tal vez sea el de mayor relevancia; por el efecto que tuvo en la ciudad capital y alrededores debido a su cercanía. En la cuenca del Paraná, los eventos suelen ser de los tipos ligeros, débiles o microsismos.

Según los registros, los sismos profundos e intermedios se localizan preferentemente en la Región Occidental (Chaco) del Paraguay. Los sismos en la cuenca del Paraná se destacan por ser someros y las personas usualmente reportan el haber escuchado el “tronar sísmico” asociado.

Berrocal & Fernandes (1996) consideran que los sismos profundos (en el Chaco paraguayo) se relacionan con la subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana.

Los mismos autores consideran la sismogénesis como efectos de la tectónica local vigente en la cuenca del Paraná y aquellos de escasa profundidad.

Zonas Sísmicas

En el mapa térmico sísmico (Figura 2) se expresa los lugares en Paraguay donde ocurren los eventos con mayor frecuencia. Si bien en el Chaco paraguayo la cantidad de eventos supera por mucho a la Región Oriental, en esta última existen zonas sísmicas con ocurrencias bastante regulares.

Por citar lugares, la zona de Ybycui en el departamento de Paraguari; en la Cordillera San Rafael en el departamento de Itapúa; en la zona de Pilar, en el departamento de Ñeembucu, todos ellos en la Región Oriental del país. En el Chaco paraguayo los departamentos de Presidente Hayes y Boquerón usualmente se registran sismos.

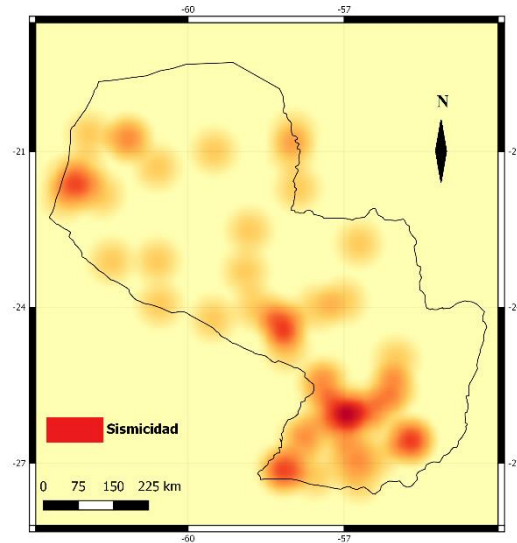


Figura 2. Densidad sísmica observada en Paraguay

CONCLUSIONES

Los sismos autóctonos en Paraguay son prominentemente del tipo intraplacas, por encontrarse alejados de los bordes de las placas tectónicas.

De acuerdo a lo revisado en los registros históricos de diferentes agencias y lo observado en los últimos años, se establece determinísticamente que Paraguay es un país sísmico con características muy propias. No se pueden realizar estimaciones estadísticas debido a la inexistencia del total de los registros sísmicos, y en este estudio se comprueban tendencias.

Atendiendo a lo anteriormente expresado, en términos de nomenclatura, en el Paraguay es muy frecuente la ocurrencia de sismos, y hasta el presente no se han reportado terremotos. Los eventos, considerando sus tamaños, son moderados, ligeros, débiles, microsísmicos o instrumentales.

Se observa que los epicentros de los sismos tabulados se localizan con poco margen de diferencia en la Región Oriental del país en su porción centro sur-occidental; en los departamentos de Paraguari, Ñeembucu, Misiones, Guaira e Itapua.

Así mismo, es de considerar que existen zonas con baja cobertura de monitoreo y escasa población, por lo cual se necesitan otras estaciones para refinar estas observaciones.

En la Región Occidental, que coincide con la cuenca del Chaco, se comprueba sismicidad en la cuenca del río Pilcomayo, a lo largo de su cauce, en los departamentos de Presidente Hayes y Boquerón. También se verifica sismicidad en la zona de Fuerte Olimpo y poblados aledaños al litoral del río Paraguay, en el departamento de Alto Paraguay.

Los eventos sísmicos en el mapa insinúan posicionamiento en consonancia con elementos tectónicos locales reportados en otros trabajos. Estudios adicionales deben ser realizados para determinar a estas estructuras como causales de los sismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berrocal J., Fernandes C., 1996. Seismicity in Paraguay and Neighbouring Regions, Edusp, São Paulo, 57 - 66. São Paulo. BR.
 Caballero M., 2018. Sismicidad del Paraguay. Trabajo de Grado Presentado a la FaCEN - UNA, para la Obtención de la Licenciatura en Ciencias, Mención Geología. San Lorenzo. PY.

ANÁLISIS MULTITEMPORAL CON IMÁGENES CLASIFICADAS DE LA ZONA DE LA CUENCA DEL LAGO YPACARAÍ

María Raquel Martínez¹

¹Email: maraqmar26@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El análisis multitemporal permite detectar cambios entre dos fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio

Este trabajo propone una metodología basada en técnicas de clasificación digital de imágenes para determinar si existen cambios en áreas de la zona de la Cuenca del Lago Ypacaraí, en distintas épocas a partir del año 2002.

El objetivo general del trabajo es realizar un análisis multitemporal mediante mapas temáticos, a partir de clasificación de imágenes ópticas multiespectrales de la zona de la Cuenca del Lago Ypacaraí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio: zona de la Cuenca del Lago Ypacaraí, entre los Departamentos Central y Cordillera (República del Paraguay)

Imagen utilizada: dos subimágenes provenientes del satélite Landsat 7 ETM+ (años 2002 y 2010) y una subimagen del Landsat 8 (año 2014), todas del mismo período.

Dimensión de las subimágenes: 600 x 500 x 6, filas, columnas y bandas espectrales, respectivamente.

A cada una de las tres subimágenes se le aplica la clasificación supervisada con el método de Máxima Verosimilitud Gaussiana (MVG), para realizar un análisis visual principalmente de la evolución de zonas urbanas.

En un segundo análisis donde se tiene interés por cambios en el agua del lago, se consideran sólo las imágenes del 2002 y del 2014 las cuales son clasificadas nuevamente.

Se obtienen dos mapas temáticos, uno para cada fecha, donde se aplican técnicas de detección de cambios y se construye la matriz de cambios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1(a) muestra las diferencias entre las categorías de las dos imágenes clasificadas. Diferencias iguales a cero indican que no hubo cambios y se corresponden con el color gris. El color rojo representa los cambios ocurridos del 2002 a 2014; esto significa que no estaba presente en el 2002; mientras que el color azul indica los cambios del 2014 al 2002; esto es, estaba presente en el 2002 y no en el 2014.

La figura 2(b) muestra el mapa que se obtiene en la composición RGB 212 de las imágenes. Así el color rosado, corresponde a lo que había en el 2002 y en el 2014 cambió, el mismo se puede notar en el extremo inferior del lago. Con el color verde ocurre a la inversa, esto es, lo que hay en el 2014 y cambia con respecto al 2002.

Diferencia de Imágenes Clasificadas 02-14 (a) Composición a color RGB 121

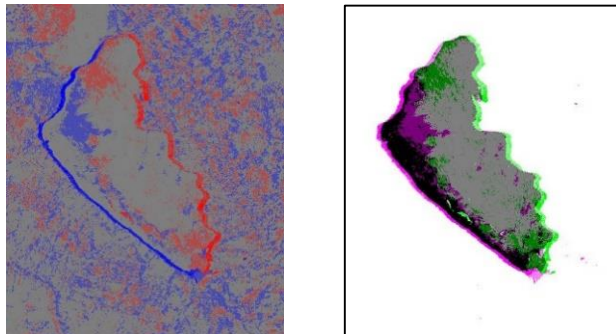


Figura 1: Mapas Temáticos

CONCLUSIONES

El análisis multitemporal visual para las tres fechas permite detectar cambios producidos en cada una de las clases analizadas, mostrando modificaciones en lo urbano, lo no urbano y en la forma del extremo inferior del lago.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bustos, O. H., Frery, A. C., Lamfri, M. A. y Scavuzzo, C. M. (2004). Técnicas Estadísticas en Teledetección Espacial. SINAPE (Simposio Nacional de Probabilidad e Estatística). Brasil.
- Chuvieco, E. (2010). Teledetección Ambiental: La Observación de la Tierra desde el espacio. 3a ed., Ariel. Madrid, España.
- Congalton, R. G. y Green, K. (2009). Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. 2a ed. Taylor & Francis Group.

GEOLOGÍA Y GEOCRONOLOGÍA (U-PB EN ZIRCON) DEL GRANITO SAN BERNARDINO: MAGMATISMO DE LA SUITE CAAPUCÚ EN EL BASAMAMENTO CRISTALINO DEL RIFT DE ASUNCIÓN

Cubas, N.¹ Leite, A.D.^{2,5}, Ruiz, A.S.^{3,5}, Rezende, J.^{4,5} y Dantas, E.L.⁵

¹ Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNA, San Lorenzo-Paraguay (*ncubas@facen.una.py*)

² Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade de Brasília (UnB), Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF, Brazil.

³ Faculdade de Geociências (FAGEO-UFMT), Avenida Fernando Correa da Costa, s/n, Cuiabá, MT, Brazil.

⁴ Laboratório de Geocronologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília (UnB), s/n, Brasília, DF, Brazil

⁵ Grupo de Pesquisa em Evolução Crustal e Tectônica-Guaporé (FAGEO-UFMT), Avenida Fernando Correa da Costa, s/n, Cuiabá, MT, Brazil.

RESUMEN

El Precámbrico Sur, del Paraguay Oriental se localiza en la porción Sur, cubriendo un área mayor de aproximadamente 5.000 Km²; también ocurre en forma de pequeña exposición en el centro de la región Oriental, en las proximidades de San Bernardino, Pirayú y Paraguairí, asociada al Rift de Asunción. Las unidades Precámbricas están representadas por el Complejo Rio Tebicuary, Grupo Paso Pindó y la Suite Magmática Caapucu. El Complejo Rio Tebicuary incluye dos unidades: Suite Metamórfica Villa Florida y la Granodiorita Centu Cué. El primero se trata de un grupo de rocas cristalinas afectadas por metamorfismo regional orogénico de medio a alto grado (facies anfíbolita) de edad Paleoproterozoica, correspondiendo al ciclo tectónico transamazónico. Litológicamente, la Suite Metamórfica Villa Florida está constituida en su mayor proporción de paragneis y ortogneis, asociadas a cuarcitas, calcosilicatadas, mármol, anfíbolita y rocas ultrabásicas transformadas en esquisto de talco y serpentinita. La Granodiorita de Centu Cué intruyó en los gneises de la unidad inferior, además con signos de deformaciones y plegamiento hacia sus márgenes. El Grupo Paso Pindó está sobrepuesta discordantemente al Complejo Rio Tebicuary, está compuesta por rocas metasedimentarias clásticas, afectadas por metamorfismo de bajo grado dentro de la facies esquisto verde. La Suite Magmática Caapucu, comprende un conjunto de rocas ácidas de varios niveles de consolidación, subdividida en tipos Barrerito, Fanego, Casualidad y Charará (Cubas et al., 1998). Leite et al. (2018) basados en nuevos análisis petrográficos de la Suite Caapucu, agrupó las rocas ácidas plutónicas y volcánicas en cuatro facies petrográficas: facies sienogranito porfirítico rapakivi, facies monzogranito a microgranito de feldespato alcalino, facies riolita y facies ignimbrita. El presente estudio se trata de análisis geocronológicos del granito San Bernardino por el método U-Pb en zircones por la técnica LA-ICP-MS, realizada en el Laboratorio de Geocronología de la Universidad de Brasília, que tuvo tratamiento previo en el Laboratorio de Preparación de muestras de la Facultad de Geociências (FAGEO/UFMT). Las dataciones en zircones U-Pb del granito de San Bernardino arrojó una edad de 556.5 ± 1.8 Ma. Esta edad obtenida es concordante con los granitos de la Suite Caapucu del Sur, e indica que pertenece al mismo evento tectono-magmático.

ASPECTOS FÍSICOS Y SU RELACIÓN CON LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL LAGO YPACARAI

Ana María Castillo Clerici¹

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales- Universidad Nacional de Asunción. E-mail de contacto: ana.clerici2@gmail.com

El Lago Ypacaraí representa para el país un importante recurso turístico, especialmente por ser el lugar favorito de esparcimiento y fuente de agua y de alimento para las comunidades de San Bernardino, Ypacaraí y Areguá. Es considerado como patrimonio natural y cultural e inmortalizado por la famosa guaranía cantada en su nombre. El lago también representa la fuente de abastecimiento de agua y de la economía local para varias actividades de renta relacionada al turismo, especialmente para las ciudades que lo circundan.

La importancia de este recurso hídrico no condice con la situación del cuidado ambiental del Lago y su entorno, lamentablemente no está debidamente protegido por las autoridades nacionales ni por la ciudadanía en general. Son varios los motivos de tal degradación siendo los más graves las industriales y el aumento de la población urbana en la zona de influencia del lago y de sus tributarios que han causado problemas de erosión acelerada, degradación de la calidad del agua y de saneamiento principalmente, así como se han incrementado la contaminación de los acuíferos, especialmente el Patiño.

Este trabajo tiene por objetivo contribuir para la gestión sustentable del Lago, apoyado por los aspectos físicos, especialmente geológicos y de gestión sustentable para que las autoridades nacionales y la población en general comprendan la complejidad del sistema hídrico y su degradación para plantear una recuperación más adecuada.

Para este trabajo se realizaron diversos mapas temáticos y un modelo digital de divisor de cuenca (Fig. 1), recurrido a trabajos anteriores para analizar la complejidad del sistema que conforman el lago.

Se resaltan las características físicas (geológicas y estructurales) para comprender el origen de la Cuenca y conocer su litología y sedimentos, se evalúan también las condiciones topográficas y del clima para entender el comportamiento de la erosión, afluentes y efluentes, circulación del agua en el lago y sus características hidrográficas, las condiciones hidrogeológicas, las características del suelo y su uso potencial para finalmente analizar la gestión sustentable de la cuenca.

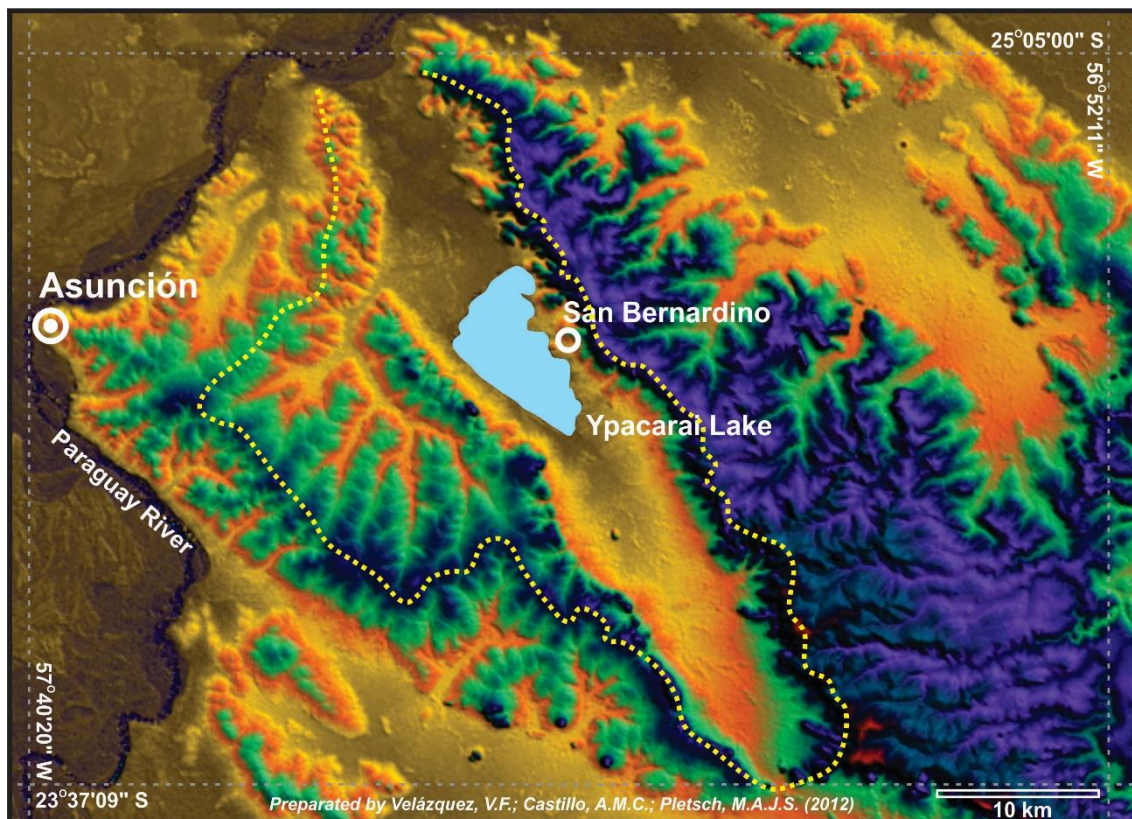


Figura 1. Mapa de divisor de la cuenca del lago Ypacaraí (Velázquez & Castillo, 2012)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bigarella, J.J.; Salamuni, R.; Fuck, R.A. 1967. Striated surfaces and related features developed by the Gondwana ice sheets (State of Paraná, Brazil). *Palaeogeography, Palaeodiatology, Palaeoecology*, 3: 265-276.
- Degraff, J.M. 1985. Late mesozoic crustal extension and rifting on the western edge of the Parana Basin, Paraguay. *Geol. Soe. Ather. Abst.* 17.560.
- Eckel, E.B. 1959. *Geology and mineral resources of Paraguay - A reconnaissance*. U.S. Geological Survey Professional Paper, 327:1 10p.

- Eyles, N. & Boyce, J.I. 1998. Kinematic indicators in fault gouge: tectonic analog for soft-bedded ice sheets. *Sedimentary Geology*, 116:1-12.
- Filippi, V.A. & Baez, J. P. 2002. Correlación de sedimentos de relleno del Rift de Asunción en el Valle de Acahay. *Bol. Mus. Nac.Hist. Parag.* Vol.14 (1-2).
- Fúlfaro, V.J. 1996. Geology of Eastern Paraguay, In Comin-Chiaramonti, P. & Gomes, C.B., eds., *Alkaline magmatism in central-eastern Paraguay, relationships with coeval magmatism in Brazil*. São Paulo, EDUSP/FAPESP, 103-122.
- Harrington, H. 1950. *Geologia del Paraguay Oriental*. Contribuciones Científicas, Facultad de Ciências Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Serie E: Geología, Tomo I, 89p.
- Karpoff, R. 1965. Observations géologiques au Sud-Est d'Asunción (Paraguay). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 261:5558-5560.
- Petit, J.-P. 1987. Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. *Journal of Structural Geology*, 9:597-608.
- Putzer, H. 1962. Die geologie von Paraguay. *Beitr. Re g. Geol. Erde*, 2:182p.
- Ricomini, C.; Velázquez, V.F.; Gomes, C.B. 1998. Padrão de fraturamento das rochas alcalinas ultramáficas cenozóicas do Rift de Assunção, Paraguai Oriental. In: *SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 40, Belo Horizonte, Anais, 109.
- Velázquez, V.F.; Ricomini, C.; Gomes, C.B. 1998. Tectônica Mesozóica no Rift de Assunção, Paraguai Oriental. In: *SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 40, Belo Horizonte, Anais, 112.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL SEDIMENTO-AGUA Y SU CONTENIDO EN METALES PESADOS (Cr, Hg y Pb) EN EL LECHO DEL ARROYO SAN LORENZO, DEPARTAMENTO CENTRAL

Néstor D. Salinas F.¹

¹Laboratorio de Sedimentología, Departamento de Geología, FACEN-UNA.
Email: nestorsalinasgeologo@gmail.com

La Cuenca Hídrica del Arroyo San Lorenzo (CHASL) comprende un área aproximada de 68,08 km², formando parte de la Cuenca del Arroyo Yukyry que es uno de los principales tributarios del Lago Ypacaraí, esta cuenca abarca una de las zonas de mayor poblamiento del Área Metropolitana concentrándose diversas actividades comerciales e industriales en sus adyacencias principalmente. La mayoría de los trabajos de evaluación de la calidad ambiental de los cauces hídricos son determinados fundamentalmente por los componentes fisicoquímicos y biológicos de la columna de agua, sin considerar a los sedimentos del lecho, que influyen directamente por la interacción entre sedimento-agua (Molina, P. *et al.*, 2010), en ello radica la importancia del estudio de los sedimentos principalmente por la capacidad de retención de sustancias contaminantes como los metales pesados, que dependerá de su granulometría en conjunto con otros parámetros fisicoquímicos (Bidegain & Jurado, 2011).

En esta investigación se determinó la concentración de metales pesados como el cromo (Cr), el mercurio (Hg) y el plomo (Pb) en sedimentos del lecho y la columna de agua del Arroyo San Lorenzo, se consideraron tres puntos de muestreo Barcequillo (445828 mE, 7196010 mN y cota 146 m), San Isidro (449397 mE, 7198090 mN y cota 106 m) y Zona La Pradera (454222 mE, 7200051 mN y cota 85 m) con esto tratando de abarcar tres tramos principales del arroyo. Desde la naciente del arroyo el lecho discurre sobre roca principalmente de arenisca fluvial rojiza a ocre con concreciones y poco diageneizados, del mismo modo en el lecho del tramo medio, por tanto, perteneciendo estas al Grupo Asunción (Gómez, D., 1991), en el tramo bajo próximo a la desembocadura el arroyo se ensancha y en cuyo lecho discurre sobre sedimentos arenosos heterogéneos (Fig.1).

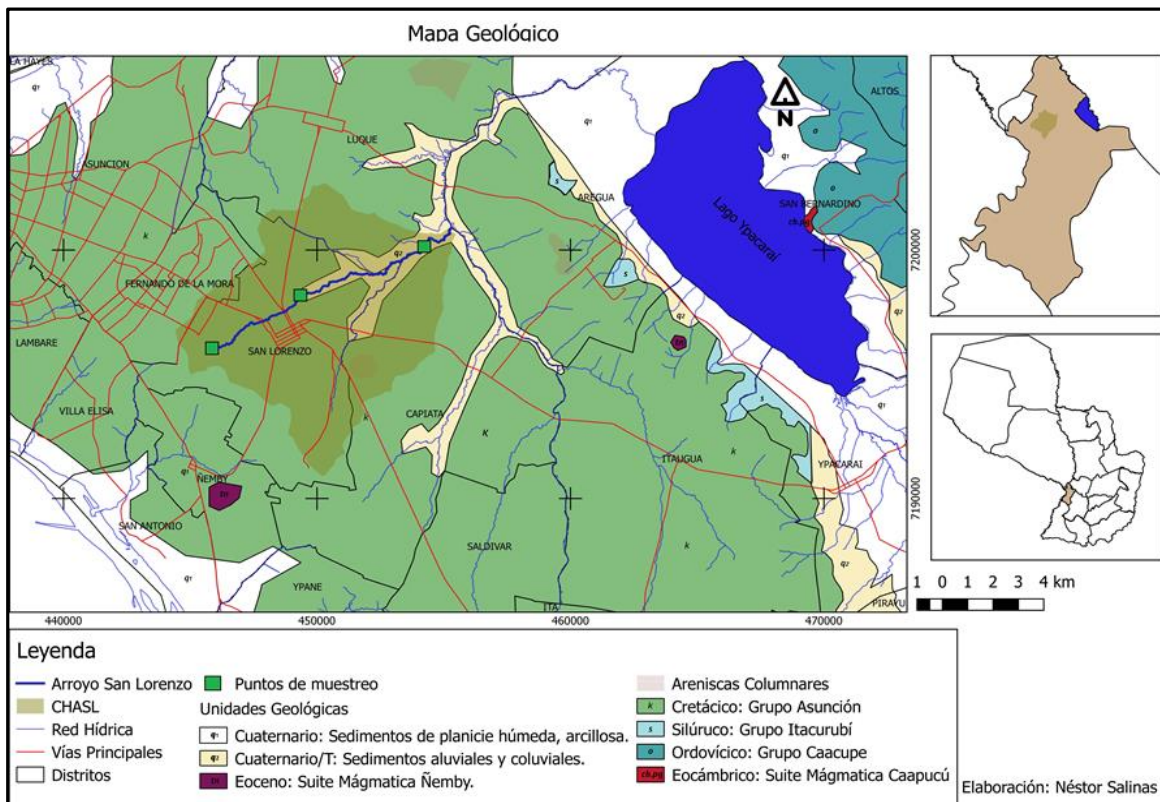


Figura N°1: Mapa Geológico del Área de estudio. Modificado de Hoja Geológica Caacupé (Dionisi, A. *et al.*, 1998).

Las concentraciones de metales pesados en agua (Fig. 2-A) no sobrepasaron los valores máximos establecidos de las normas ambientales de Calidad del Agua de la SEAM (actual MADES, Res. N° 222/02) manteniendo concentraciones muy parecidas en los tres puntos de muestreo para cada elemento estudiado. La concentración de Cr con valores <0,001 en los tres puntos de muestreo se encuentran por debajo del tenor máximo (0,5 mg/L), en tanto, el Hg cuyo valor máximo fue de 0,00112 en San Isidro, está levemente por debajo del tenor normal (0,002 mg/L) y la concentración de Pb que en los tres lugares de muestreo fue de <0,01, está por debajo del tenor normal (0,03 mg/L). La concentración de los mismos metales en los sedimentos (Fig.2-B) fueron comparados con normas internacionales como la NOAA-

SQuiRTs de los E.E.U.U. ya que no existe normativa nacional de su regulación, y los valores se han mantenido parecidas para Cr y Hg, en el Cr el valor mayor fue de 2,47 correspondiente a Barcequillo, estando por debajo del límite máximo (7 mg/Kg), el Hg con valores máximos de 0,092 en la Zona de La Pradera, sobrepasan en los tres puntos de muestreo el límite máximo admisible de toxicidad (0,004 mg/Kg), en tanto los valores de Pb en Barcequillo y San Isidro son $<0,333$, han aumentado significativamente en la Zona de La Pradera con un valor de 16 sobrepasando el límite máximo de toxicidad (4 mg/Kg) en este punto.

Estos resultados muestran que si bien, en la columna de agua no existen valores que sobrepasen las normas establecidas para concentraciones de metales pesados en estudio, si existe elevadas concentraciones en sedimentos del lecho del Arroyo San Lorenzo, evidenciando la falta de reglamentaciones ambientales nacionales para su monitoreo adecuado, y en consecuencia, estas al encontrarse constituidas en medios acuosos las interacciones que estos sedimentos del lecho (por la capacidad de absorción y desorción) tengan con la columna de agua determinarán en gran medida la calidad de esta última, por tanto, la permanencia de estas en suspensión posibilitarán una mayor dispersión hacia cursos colectores mayores (Hondzo, 1998; Steinberger & Hondzo, 1999; Bidegain & Jurado, 2011), y potencialmente afectando la calidad ambiental de áreas más alejadas de la cuenca como el Lago Ypacaraí.

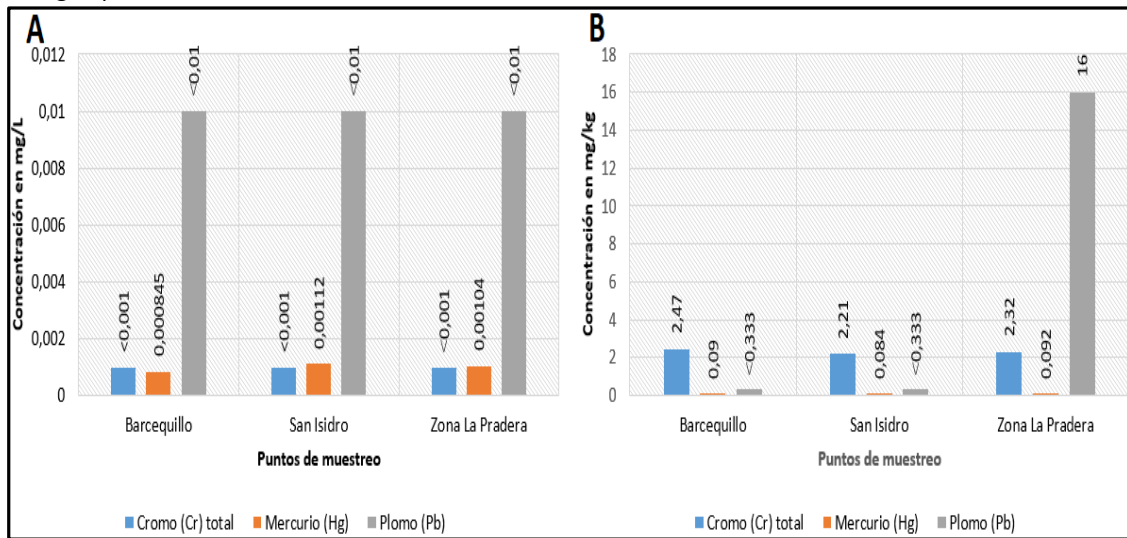


Figura N°2: A concentración de metales pesados en agua en mg/L, B concentración de metales pesados en sedimentos en mg/Kg.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bidegain, J.C. & Jurado, S. (2011) *Adsorción de contaminantes en sedimentos del Holoceno de la Región de la Plata*. Revista Ciencia y Tecnología de los materiales. N° 1, pp. 75-84.
- Dionisi, A., Franco, R., González, M.E., Lahner, L. & Meinhold, K.D. (1998). Mapa Geológico de la República del Paraguay: Hoja Caacupé 5470. MOPC, BGR. Esc. 1:100.000 Asunción-Paraguay.
- Gómez, D. (1991). Consideraciones Morfo-Estructurales de la Antiforma de Asunción. Simposio de Aguas subterráneas., Paraguay
- Hondzo, M. (1998). Dissolved oxygen transfer at the sediment-water interface in a turbulent flow. *Water Resources Res.*, Vol. 34, No. 12.
- Molina, P. X., Rodríguez, B. X., & Aránguiz, A. A. (2010). Análisis de la composición físico química de los sedimentos fluviales y su relación con la disponibilidad de metales en agua. Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA). Santiago, Chile, p. 69
- NOAA (1999). United States. Screening Quick Reference Tables. National Oceanic and Atmospheric Administration. Recuperado de <http://response.restoration.noaa.gov/cpr/sediment/squirt/squirt.html>
- SEAM, Res. N° 222/02. POR LA CUAL SE ESTABLECE EL PADRON DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL TERRITORIO NACIONAL. Asunción, Paraguay 22 de abril del 2002.
- Steinberger, N. & Hondzo, M. (1999). A semi-analytical model for dissolved oxygen mass transfer coefficient at the sediment-water interface. *Journal. Hydraulic Engineering*, Vol. 125(2).

RESUMEN DEL SUBCOMPONENTE II.3 GESTIÓN INTEGRADA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (PROGRAMA MARCO-CIC)

Daniel García

Se presenta una brevísimas reseña de los diferentes trabajos que se fueron realizando a lo largo de 4 años del Programa Marco, y que estuvieron englobados dentro del Subcomponente II.3 sobre la Gestión Integrada de las Aguas Subterráneas.

Se comienza hablando de los diferentes acuíferos transfronterizos que se encuentran en la cuenca y que fueron estudiados dentro del Programa Marco, haciendo referencia también, a los acuíferos que aún, siendo muy importantes dentro de cada país, no fueron incluidos en esta fase (Puelches, Salto chico, Aquidabán/Aquidauana, Patiño, Itapucumí, Raigón, Cretácico superior).

Se hace una breve reseña de las actividades realizadas en el acuífero Yrendá- Toba- Tarijeño y de los productos que fueron obtenidos, a través de varias consultorías (mapa unificado de la geología, estudio socioeconómico, estudios hidrogeológicos, mapa hidrogeológico, etc.)

Se habla de los acuíferos Serra Geral, Pantanal, Baurú-Caiuá-Acaray y Adrián Jara. También del proyecto Piloto Cuareim-Quaraí.

Finalmente se muestra lo realizado en los talleres de trabajo realizado en el CPRM y SEGEMAR, donde se elaboraron los mapas de la Cuenca del Plata y del SAYTT, con una breve explicación de los diferentes mapas elaborados y como se llegó a esos resultados.

TIERRAS MALAS (“BADLANDS”) DEL PLEISTOCENO EN LA ZONA DE YPANÉ, DEPARTAMENTO CENTRAL – PARAGUAY

Bogarín Y.¹, Celabe R.¹, Gadea M.^{1,2}

¹ Carrera de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNA. Email de contacto: ²moi7moses@yahoo.com

Los “*Badlands*”, es un término en inglés que significa “*tierras malas*” o “*tierras baldías*”. Habitualmente se forman bajo condiciones climáticas semiáridas o áridas en vertientes que están compuestas por materiales blandos y deleznales, arcillosos (Conesa, 2006). El aspecto más importante es la ausencia o escasa vegetación. Cuando la intensidad de lluvias supera a la capacidad de infiltración, el agua comienza a escurrir superficialmente y se inicia la remoción del material (Goudie, 2004). La erosión es demasiado intensa para permitir el crecimiento de las plantas o la formación de suelo. Se genera entonces un laberinto de canales, con paredes verticales (Stahler & Starhler, 1989). Estos paisajes quedan esculpidos en una intrincada red de barrancos y arroyos separados por crestones agudos y contrafuertes (Holmes, 1987).

En Paraguay son bastante frecuentes las exposiciones de cárcavas en diversos puntos de su geografía, pero hasta el presente aún no se ha reportado la presencia de “*tierras malas*” tales como aquéllas que se presentan en la zona de Ypané. La zona de reconocimiento se ubica en la Región Oriental de Paraguay; en la cuenca del Río Paraguay, en las proximidades de su lecho principal. Las “*tierras malas*” se exponen integradas y sostenidas en paredones verticales, donde sectores de ese nivel sedimentario sometidos a copiosas escorrentías fue configurado por procesos erosivos, resultando finalmente esas geoformas tal como se las observa. Se presentan en forma de pináculos salientes o conos muy alargados, alineados en orden aleatorio, de dimensiones variables; cuyos ejes máximos miden en sus mejores versiones locales, como de 4 metros de longitud, con terminaciones romas en sus extremos superiores y morfologías abombadas en sus bases. Los materiales que lo constituyen se integran fundamentalmente por agregados de granos mal seleccionados con predominancia de arena fina, con limo, arcilla y limonita, con clastos dispersos de cuarzos vítreos y lechosos. Teniendo en cuenta la granulometría mencionada, con lo observado en el campo y los resultados en el laboratorio, serían atribuibles a la Formación San Antonio (Proyecto PAR (86), en cuyo se describe a estos sedimentos como “una arenisca clara crema, de granulación media a gruesa con gravillas dispersas (...)”

CONCLUSIÓN

La presencia de “*badlands*” en Ypané es un hecho novedoso. Se desconocen descripciones de estas geoformas hasta el presente. Este reconocimiento somero de las “*tierras malas*” en Ypané, es una contribución al conocimiento geológico y geomorfológico de Paraguay. Se espera que, en un futuro, en campañas geopaleontológicas, a llevar adelante en la zona, ocurran nuevos hallazgos de estas geoformas notables, que se constituyen por de pronto en aspectos morfológicos únicos en Paraguay, que caracterizan e identifican a sectores de la Formación San Antonio.

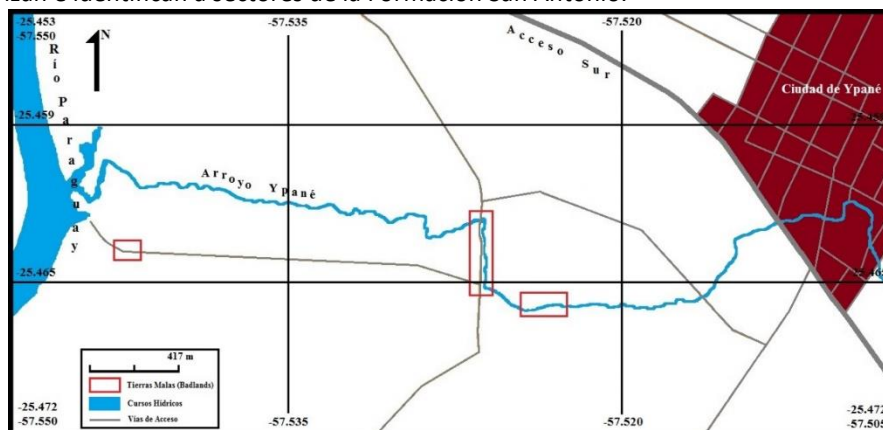


Figura 1. Mapa de ubicación de las formaciones tipo “badlands” descritas en este trabajo.



Figura 2. "Badlands" en barranco aledaño al Arroyo Ypané en una de sus mejores exposiciones [25.463105°S; 57.526342°W].



Figura 3. Intensa erosión basal de los "badlands" en temporadas de crecidas del Arroyo Ypané.

Muestra	Arena	Limo	Arcilla	Textura	Descripción
Base	80	6	14	Franco Arenosa	Marrón Amarillento Opaco
Centro	70	8	22	Franco Arcillo Arenosa	Marrón Amarillento Opaco
Extremo Superior	10	76	14	Franco Limosa	Marrón Amarillento Opaco

Tabla 1. Granulometría de los depósitos (análisis granulométricos proporcionados por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Conesa, G. (Editor). 2006. El Medio Físico de la Región de Murcia. Universidad de Murcia, España. 278 pp.
- Proyecto PAR 86. 1986. Mapa Geológico del Paraguay. Asunción-Paraguay. Departamento de Cooperación Técnica para el Desarrollo de las Naciones Unidas. 1 Mapa y Texto explicativo de iii+58 pp.
- Holmes, A.; Holmes, D.L. 1987. Geología Física. Ediciones Omega. Barcelon, España. 828 pp.
- Goudie, A.S. (Editor). 2004. Encyclopedia of Geomorphology. International Association of Geomorphologist. / Routledge. Londres y Nueva York. 1156 pp.
- Strahler, A.N.; Strahler, A.H. 1989. Geografía Física. 3ª edición. Ediciones Omega. Barcelona, España. 636 pp.

CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN DISTRITOS DE PRESIDENTE HAYES, CENTRAL, CANINDEYÚ Y CONCEPCIÓN, PARAGUAY

Diana Díez Pérez¹, Marcelo López, Juan Centurión, Fátima González, Laura González, Belén Fernández, Annelice Cáceres, Johana Pizzurno, Fátima Yubero

¹Departamento de Físicoquímica, Facultad de Ciencias Químicas - UNA, Ruta Mcal. Estigarribia km 11, Paraguay – dianadp.una@gmail.com

Palabras clave: caracterización físicoquímica, agua subterránea, Paraguay

El agua subterránea es un recurso natural muy valioso que puede ser aprovechado por el hombre como un medio rápido y asequible de combatir la pobreza y garantizar la seguridad alimentaria. El uso como fuente de agua potable es beneficioso para la sociedad y además contribuye a mejorar el bienestar social, económico y cultural (1).

El aumento demográfico de los últimos años ha incrementado la exigencia del hombre, en cuanto a la cantidad de agua y la calidad según el destino de su uso. Una extracción excesiva de agua subterránea puede provocar su agotamiento y disminución en la calidad debido al lento proceso de recarga (2).

Si bien el 70% de la superficie de la Tierra es agua, sólo el 3% es dulce. En el Paraguay, la disponibilidad de agua per cápita es de aproximadamente 60.000 m³/año, una de las más altas del mundo, sin embargo, también se destaca por el aumento de su demanda y su deterioro por contaminación (3). Según los datos de la Encuesta Permanente de Hogares realizado en el país (2013), el 85,8% de la población tuvo acceso al agua mejorada, es decir, agua proveída por la Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (ESSAP), el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA) o Junta de Saneamiento, Red Comunitaria, prestador privado, pozo artesiano, pozo sin bomba o agua de lluvia (4).

El objetivo del trabajo fue analizar la caracterización físicoquímica de muestras de agua subterránea provenientes de diferentes ciudades de Paraguay. Para el estudio, se procedió a analizar los resultados de los parámetros físicoquímicos de muestras de agua subterránea provenientes de trece distritos ubicados en los departamentos de Presidente Hayes, Central, Canindeyú y Concepción, en el período comprendido entre los años 2015 y 2017, conforme a lo establecido en la Norma Paraguaya NP 24 001 80 “Agua Potable”.

Los ensayos físicoquímicos de las muestras fueron realizados en el Departamento de Físicoquímica de la Facultad de Ciencias Químicas (UNA), donde se aplicaron métodos estandarizados para la determinación de pH, conductividad eléctrica, turbidez, color, olor, sólidos totales, sólidos disueltos totales, alcalinidad total, bicarbonato, sulfato, cloruro, fluoruro, nitrato, nitrito, nitrógeno amoniacal, hierro total, dureza total, calcio, magnesio, sodio y potasio.

En el período de estudio, se analizaron noventa y cinco muestras de agua procedentes de diferentes fuentes, de las cuales el 92 % provino de pozos de agua subterránea con profundidades comprendidas entre los 1,5 m hasta los 294 m. De todas las muestras de agua subterránea analizadas, el 52,6 % de las mismas superó el valor máximo permitido en la Norma Paraguaya NP 24 001 80 “Agua potable” en, al menos, un parámetro en estudio. **Tabla 1.**

Departamento	Distrito	Número de muestras analizadas por distrito	Porcentaje de muestras que superaron el valor máximo permitido* en al menos un parámetro
Central	San Lorenzo	8	2,3
	Benjamín Aceval	12	13,8
Presidente Hayes	José Falcón	3	3,4
	Villa Hayes	4	2,3
	Nanawa	2	1,1
Canindeyú	María Auxiliadora	5	1,1
	Téndal	5	3,4
	Villa Ygatimí	5	1,1
	Jejuimí	5	0
Concepción	Horqueta	4	1,1
	Belén	4	2,3
	Loreto	26	16,1
	Concepción	4	4,6
Total		87	52,6

Tabla 1. Porcentaje de muestras que superaron los valores máximos permitidos en la normativa vigente

Al evaluar el porcentaje de muestras que no cumplieron los criterios establecidos en la normativa vigente, se observa que son diecisiete los parámetros físicoquímicos en los que al menos una muestra no se encuentra apta para el consumo humano, el mayor porcentaje (38,5 %) de las muestras presentó una concentración de Sólidos Disueltos Totales superior a los 600 mg.L⁻¹, y el 23,4 % presentó concentraciones de nitrato superiores a los 45 mg.L⁻¹, siendo estos los principales problemas que se detectan en las muestras de agua subterránea de nuestro país. **Figura 1.**

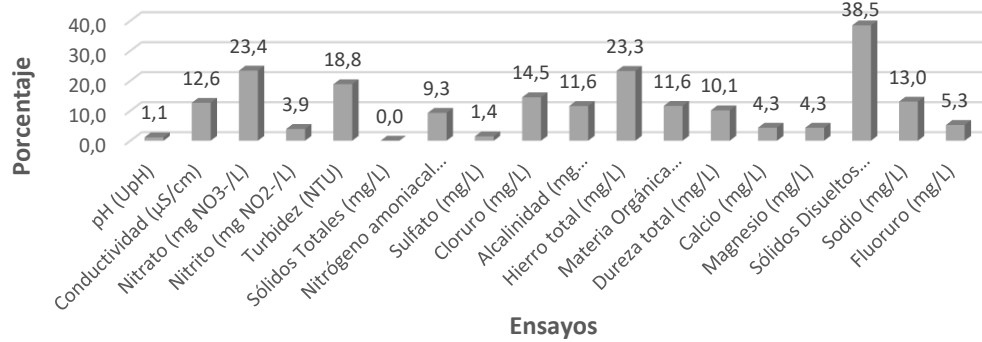


Figura 1. Porcentaje de muestras que superaron los valores máximos permitidos en la normativa vigente

En cuanto a la salinidad, se observó que aquellas muestras que presentaron mayor conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y Sólidos Disueltos Totales (mg.L^{-1}), se encontraron en los distritos de Benjamín Aceval, Villa Hayes, Belén y Concepción (Figura 2) siendo los iones predominantes el sodio, el potasio, el calcio, el magnesio, el cloruro y el nitrato.

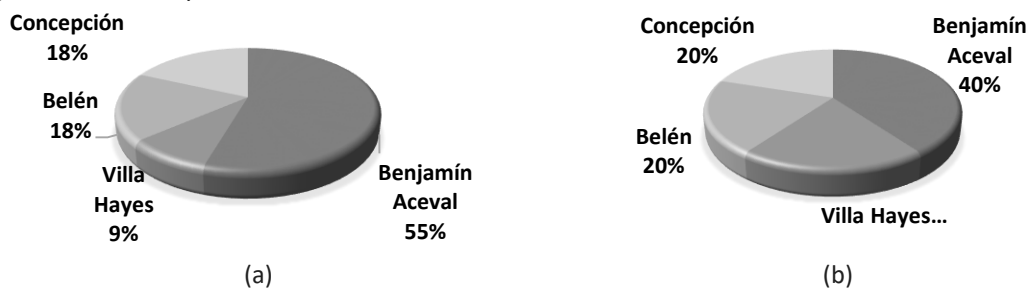


Figura 2. Distritos con mayores porcentajes de salinidad según la (a) Conductividad y (b) Sólidos Disueltos Totales

Según Foster et al, la vulnerabilidad a la contaminación a la que están expuestos los diferentes tipos de acuíferos depende de las profundidades de los mismos, así se puede encontrar alta y baja vulnerabilidad a la contaminación en los acuíferos libres y los acuíferos semiconfinados o confinados, respectivamente, uno de los posibles motivos por los cuales se encontró elevada salinidad en las muestras de estudio, ya que la mayoría de los pozos fueron provenientes de acuíferos libres. En cuanto a la concentración de nitrato elevada, ésta posiblemente se debe a la falta de servicio de saneamiento sanitario en las viviendas, considerando que este anión es producto de la descomposición de la materia orgánica en un ambiente aerobio y oxidante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Foster, S. Garduño, H. ; 2002. Protección de la Calidad del Agua Subterránea: definición de estrategias y establecimiento de prioridades. Washington D.C. USA: Ediciones Mundi-Prensa; 2002.
- Foster, S. Hirata, R. ; 2002. Protección de la Calidad del Agua Subterránea: guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. Washington D.C. USA: Ediciones Mundi-Prensa.
- Guillermo Ortega & Ana Portillo; 2015.. El agua: ¿bien común o mercancía? Asunción
- López, J. Fornes, J. 2009.. Las aguas subterráneas: Un recurso natural del subsuelo. 4a ed. Madrid (España): Grupo Industrial de Artes Gráficas Ibersaf Industrial, S. L.;
- PNUD (Asunción) Uso y Gobernabilidad del Agua en Paraguay. 2006. Disponible en: <http://www.py.undp.org/content/paraguay/es/home/library/poverty/uso-y-gobernabilidad-del-agua-en-paraguay.html>.

PALEOVALLES GLACIARES CARBONIFEROS EXCAVADOS EN PERFILES DE METEORIZACIÓN EN SIERRAS PAMPEANAS DE ARGENTINA

Claudio Carignano¹ y Ximena Venier²

¹ CICTERRA (UNC-CONICET) Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1611 (X5016GCA), Córdoba. ccarignano@hotmail.com

² YPF x.venier@ypf.com

Durante parte del Carbonífero y el Pérmico grandes porciones del súpercontinente de Gondwana fueron cubiertas por glaciares, secuencias sedimentarias glaciales y deglaciales bien preservadas en las cuencas sedimentarias de su margen occidental y sur lo atestiguan; no obstante, la extensión geográfica y características de las glaciaciones que ocurrieron aún no están totalmente resueltos. Estratos del Paleozoico tardío que se encuentran tan al oeste como el lado occidental de la cuenca Paganzo, en el noroeste de Argentina, se ubican en valles que han sido caracterizados como productos de glaciares de montañas del Carbonífero medio (López-Gamundi, 1997; Limarino y Gutierrez, 1990). Sin embargo, la evidencia de avance y retroceso glacial también está presente en varios paleovalles en el lado este de la cuenca Paganzo (Sterren y Martinez, 1996; Socha et al, 2014), lo que indica una glaciación de las montañas carboníferas más extendida que antes se había considerado. Estos valles glaciares carboníferos, están generalmente truncados por superficies de erosión Mesozoicas, han sido exhumados durante el Cenozoico (Carignano y Cioccale 2014), ejemplo de ello son los valles de Olta y Malanzán, Los Colorados-Tudcum, Bajo de Vélez, Tasa Cuna, Ulapes, Chepes, La Dorada y Chañar-Laguna (Carignano y Cioccale 2014), todos localizados en Sierras Pampeanas Orientales (margen oriental de la cuenca de Paganzo). De todos ellos, los ubicados en el extremo sur de la Sierra de Velazco (Los Colorados y Tudcum) se destacan por presentar claras evidencias de haber sido excavados en rocas graníticas que forman parte de un perfil de meteorización de edad prePensilvaniano con más de 200 metros de espesor (Venier 2015).

Estos paleovalles exhumados conservan estratos glacifluviales carboníferos de la formación Saladillo (Amos y Zardini, 1963) conformados por secuencias de avance y retroceso glacial, donde se identifican diamictitas compuestas principalmente por los derivados graníticos de la roca de basamento muy meteorizados. Cuerpos morrénicos basales, laterales y terminales, donde abundan pequeños corestones o fragmento de otros mayores, junto a masas de grus, sin desagregar, flotando en una matriz de grus compactado induce a pensar que el glaciar arrastró materiales provenientes de un perfil de meteorización generado previamente a la glaciación.

Por debajo de las diamictitas, y en los laterales de los paleovalles, hay restos del perfil de meteorización representado por un potente manto de regolito granítico en el que se observan yaciendo "in situ" enormes rocas núcleo (corestones). Previamente, estas rocas núcleos (Corestones) fueron interpretados como rocas aborregadas de ambientes glaciares (Ezpeleta et al. 2003) debido a que están cubiertas por los sedimentos glacifluviales, pero obviando la yacencia de éstas dentro del **regolito**. El perfil de meteorización presenta una zonificación interna gradual y difusa desde la roca de sustrato relativamente sana (no meteorizada) hasta un grus (regolito granítico granular) totalmente suelto, en el que se conservan feldspatos totalmente caolinizados. Este antiguo frente de meteorización, que también ha sido descrito por Socha et. al. (2014) en el paleovalle glaciar de Olta, se habría desarrollado bajo condiciones tropicales húmedas en un período anterior (Carbonífero temprano?) al evento glacial que rellena el paleovalle (Socha et al, 2014 y Venier, 2015).

El bloque de basamento de la sierra que contiene estas paleoformas está truncado por una superficie de erosión mesozoica (Carignano y Cioccale, 2014) por lo que la parte superior de estos paleovalles ha desaparecido, no obstante, aún se pueden observar restos de algunos valles colgantes tributarios (Venier, 2015). Los rasgos morfológicos de estos paleovalles glaciares están muy bien conservados, aún después de haber sido soterrados durante el Pérmico, truncados por erosión en el mesozoico y exhumados durante el Cenozoico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amos, A. J. y Zardini, R. A., 1963. Geología de algunos depósitos de arcillas de La Rioja. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 17(1-2), p. 70-71.
- Carignano, C. y Cioccale, M., 2014. Análisis sobre el origen de las paleosuperficies de sierras pampeanas y las geoformas exhumadas y relicticas asociadas. XIX Congreso Geológico Argentino. Libro de Actas.
- Ezpeleta M., Dávila, F. M. y Astini, R. A., 2003. Geoformas relictuales de la glaciación Gondwánica en el extremo sur de la Sierra de Velasco, Sierras Pampeanas Noroccidentales, Argentina. II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Tucumán. pp. 267-274.
- Limarino, C., & Gutiérrez, P. (1990). Diamictites in the Agua Colorada Formation (northwestern Argentina): new evidence of Carboniferous glaciation in South America. *Journal of South American Earth Sciences*, 3(1), 9-20.
- López-Gamundi, O. R., 1997. Glacial-postglacial transition in the late Paleozoic basins of southern South America, in Martini, I. P., ed., *Late Glacial and Postglacial Environmental Changes, Quaternary, Carboniferous–Permian and Proterozoic*: Oxford, UK, Oxford University Press, p. 147–168.
- Socha, B., Carignano, C., Rabassa, J. y Michaelson, D. 2014. Gondwana glacial paleolandscape, diamictite record of Carboniferous valley glaciation, and preglacial remnants of an ancient weathering front in northwestern Argentina. in *Gondwana Landscapes in southern South America*. Eds. Rabassa, J. y Ollier, C. Springer Netherlands, 331-363.

- Sterren A.F., Martínez M. 1996. El Paleovalle de Olta (Carbonífero): Paleoambiente y Paleogeografía. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas, 2, 89-103.
- Venier, M.X. 2015. "Geomorfología del extremo sur de la Sierra de Velasco, Provincia de la Rioja. Tesina de Grado, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Universidad Nacional de Córdoba. 200 p. Inédito.

FAJA MÓVIL PARAGUARÍ: UNA OROGÉNESIS NEOPROTEROZOICA EN EL PRECÁMBRICO SUR DE PARAGUAY ORIENTAL

Cubas, N.¹, Ruiz, A.S.², Matos, J.B.²

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción-UNA. (*ncubas@facen.una.py*).

²Facultad de Geociências, Universidad Federal de Mato Grosso-UFMT (*asruiz@gmail.com*), (*prof.jmatos@gmail.com*)

RESUMEN

Evidencias geológicas y geocronológicas recientes sugieren que el Precámbrico del Sur de Paraguay está compuesto por el fragmento continental de edad Paleoproterozoico (Bloque Río Tebicuary), que se puede correlacionar con el Cratón del Río de la Plata y un cinturón orogénico Neoproterozoico marginal, denominada Faja móvil Paraguari; este cinturón probablemente se ha generado por la convergencia frontal entre los bloques continental de Paranapanema y el Cratón del Río de la Plata, durante la amalgamación final del Gondwana. La faja Paraguari es un cinturón orogénico de dirección N70-80E, compuesto por rocas supracorticales del Grupo Paso Pindó, una secuencia clástica granodecreciente constituida de conglomerados, areniscas y lutitas, afectados por metamorfismo de bajo grado y voluminoso magmatismo granítico de las suites Centu Cué (620 Ma) y Caapucú (550 Ma) respectivamente. El régimen tectónico compresivo generó pliegues inclinados, inversión de la foliación del plano axial N70-80E/40-20SW y vergencia tectónica hacia el NW en el Grupo Paso Pindó y en la Suite Centu Cué cuyas edades de reajuste isotópico K-Ar indican un enfriamiento regional alrededor de 560 Ma. Estas estructuras tectónicas han generados además zonas de cizallamiento transpresivo inverso afectando a las rocas de las Suites Villa Florida, Centu Cué y el Grupo Paso Pindó, que evidencian un transporte tectónico desde SSE hacia el NNW y la generación del metamorfismo de bajo grado. Los basamentos cristalinos de edad precámbricas del Paraguay están expuestos en los Altos de Río Apa al norte y Caapucú al sur; el primero es considerado como el extremo sur del Cratón Amazónico, mientras que el Alto de Caapucú, se considera como un pequeño fragmento del Cratón del Río de La Plata. El bloque Rio Tebicuary está constituida de orto y paragneis, cuarcitas ferruginosas, mármoles y serpentinitas de la suite Villa Florida, con edades de circón U-Pb de alrededor de 2000 Ma; es evidente el extenso retrabajamiento sufrido por la unidad más antigua durante el evento tectonomagmatico en el Neoproterozoico, debido a las estructuras tectónicas superpuestas y las dataciones por los métodos Ar-Ar y K-Ar que arrojaron edades de rejuvenecimiento entre 570 Ma y 500 Ma. Las pequeñas exposiciones de rocas acidas en el centro de la región Oriental, en las proximidades de San Bernardino y Pirayú y de las rocas metasedimentarias del Grupo Paso Pindó cerca Paraguari, están asociada a afloramientos del borde oriental del Rift de Asunción.

Palabras clave: Faja móvil Paraguari, Paraguay Oriental, Ciclo Brasiliano, Cratón de Río de la Plata, Rift de Asunción.

OCURRENCIA DE LUTITAS BITUMINOSAS CON POTENCIAL PARA LA LOCALIZACION DE RESERVORIOS DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES EN EL LADO ORIENTAL DEL ALTO DE LAGERENZA, CHACO PARAGUAYO

Dario R. Gomez Duarte¹; Ana S. Arguello Fernandez²; Cinthya C. Alegre Cabrera²; Liza M. Segovia³; Jorge L. Gomez Ramirez⁴; Roberto M. Lippmann Gomez⁵

¹Profesor Titular. Dpto. de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UNA;

²Auxiliar de Cátedra. Dpto. de Geología, FACEN - UNA;

³Estudiante de Geología, FACEN UNA;

⁴Estudiante de Física, FACEN UNA;

⁵Técnico Geofísico

RESUMEN

Como resultado de perforaciones poco profundas para la exploración de aguas subterráneas en el Norte del Chaco Paraguayo, en la región de Palmar de las Islas del Departamento Alto Paraguay, y en el borde oriental de Alto de Lagerenza se localizaron estratos o niveles subsuperficiales de unas lutitas negras o bituminosas que tendría potencial como reservorio de hidrocarburos no convencionales. Lutita bituminosa negro grisáceo a gris oscuro, bien diagenizada, fisil, con laminas muy finas, con espesor comprobado de 400 metros mediante dos de los pozos de referencia, infrayaciendo a areniscas micáceas gris amarillenta de grano fino a medio rosa anaranjado grisáceo, fracturada con rellenos calcáreos, con un espesor máximo registrado de unos 60 metros. Las lutitas bituminosas pueden ser conectada con estratos del mismo carácter registradas en entre los 670 a 1.439 metros en el Pozo Madrejón- 1 datado como Pragiano – Emsiano, y entre los 820 a 1.380 metros en el Pozo Pantera – 1, datado entre el Pragiano a Eifeliano. Ante lo expuesto es fuerza considerar que las lutitas bituminosas descritas aquí constituyen una unidad litoestratigráfica con potencial para investigaciones más avanzadas para la localización de reservorio de hidrocarburos no convencionales del tipo shale oil y/o shale gas. Asimismo, dada las características litológicas y posición stratigráfica de la lutitas bituminosas descritas, se propone nominar de manera provisoria como Lutitas Madrejón o Formación Madrejón, atribuyéndole la edad entre el Pragiano a Eifeliano. Respecto a las areniscas micáceas aflorantes, no debe descartarse la posibilidad de que correspondería a la Formación Iquiri del lado Boliviano.

INTRODUCCION

Como resultado de perforaciones poco profundas para la exploración de aguas subterráneas en el Norte del Chaco Paraguayo, en la región de Palmar de las Islas del Departamento Alto Paraguay (Fig. 1), y en el borde oriental de Alto de Lagerenza (Fig. 2) se localizaron estratos o niveles subsuperficiales unas lutitas negras o bituminosas que tendría potencial como reservorio de hidrocarburos no convencionales.



Figura 1. Localización del área de Estudios

En base a la abundante literatura, se entiende que los “hidrocarburos convencionales” son aquellos que se originan en una llamada “roca madre” y que migraron a rocas permeables llamadas “reservorios convencionales”. En tanto que, los “hidrocarburos no convencionales” se formaron y permanecen en la “roca madre”, que presenta baja permeabilidad en comparación a los “reservorios convencionales”, por lo que su extracción es más compleja. Entre los “hidrocarburos no convencionales” se encuentran el **shale oil (Petróleo de Lutita)** y el **shale gas (Gas de Lutita)**. En ambos casos se habla de los mismos hidrocarburos, diferenciándose en cuanto a su localización y el sistema de extracción.

El Oilfield Glossary (SCHLUMBERGER) define como roca madre, aquella rica en materia orgánica, que en determinadas condiciones genera petróleo y/o gas, constituyendo lutitas o calizas que contienen desde 1% de materia orgánica y al menos 0,5% de carbono orgánico total (COT o TOC), donde las de origen marino tienden a ser petrolíferas, mientras que las terrestres, gasíferas.

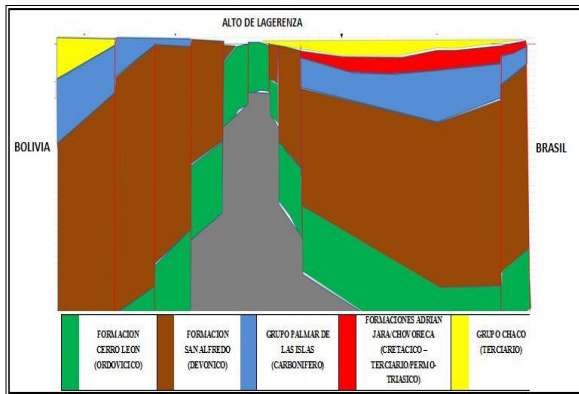


Figura 2. Sección Geológica Esquemática del Norte del Chaco

CURTIS J. B. (2002) refiere que la primera producción comercial de gas natural de los Estados Unidos, en el año 1821, provino de un esquisto Devónico rico en orgánicos en la cuenca de los Apalaches, y que los sistemas de shale-gas son esencialmente acumulaciones biogénicas (predominantes), termogénicas o combinadas de gases termogénicos de tipo continuo caracterizadas por saturación de gas generalizada, mecanismos de captura sutiles, sellos de litología variable y distancias de migración de hidrocarburos relativamente cortas.

El gas de las lutitas puede almacenarse como gas libre en fracturas naturales y

porosidad intergranular, como gas sorbido en kerógeno y superficies de partículas de arcilla, o como gas disuelto en kerógeno y betún.

WANG, F. P. & GALE, J. F. W. (2009) refieren que más de 16,000 Tcf (Trillones de pies cúbicos) de recursos de shale-gas existen en todo el mundo, de los que el 30% se encuentran en América del Norte, y que estos recursos se encuentran en lutitas negras de edad Cretácica a Cámbrica, aunque predominantemente son del Devónico a Carbonífero (Mississippiano).

ECKEL, E. B. – MILTON C. & SULSONA P. T. (1959) mencionan la existencia de afloramientos de areniscas en el extremo norte del Chaco paraguayo (Fig. 1), correlacionando con rocas del Grupo Itacurubí (de la Región Oriental del Paraguay), atribuyendo una edad Devónico Inferior a las mismas, siendo las mayores las de Cerro León y del Cerro Cristián, además de varios pequeños cuerpos y una serie de cerros, que corresponden a la zona que se presenta aquí. Estos autores refieren que no existe ninguna duda respecto a la edad, conforme a la opinión de Horacio Harrington (comunicación escrita entre ECKEL, E. B. – MILTON C. & SULSONA P. T.; op. cit. y H. Harrington). Así mismo, se refiere a una serie de pizarras marinas oscuras que descansan directamente sobre rocas cuarcíticas (se entiende que se refiere a la Formación Cerro León propuesta y descrita por GOMEZ DUARTE, D. R.; 1986) que se registran en los pozos de exploración petrolífera Picuiba, Santa Rosa y La Paz, considerando esta última como más antigua, y correlaciona con unidades estratigráficas Los Monos e Iquiri de Bolivia.

La Formación Iquiri, Devónica, constituye areniscas micáceas, grisáceas claras a gris verdosas y amarillentas de grano fino, buena selección, principalmente, depositada en aguas poco profundas, desde epineríticas a litorales relacionadas con el flujo y reflujo del mar, suprayaciendo a la Formación Los Monos y a la Formación Huamampampa, e infrayaciendo en discordancia con unidades del Carbonífero (ASEBEY MORALES J.; 1994).

La Formación Los Monos, está constituida principalmente por lutitas oscuras, depositadas en ambientes marinos de aguas bastante profundas, de edad entre el Eifeliano y Gibetiano de la clasificación mundial, del Devónico Medio, entre los 393 a 387 Ma (ASEBEY MORALES J.; op. cit.).

Respecto a su importancia en la exploración petrolífera, la Formación Iquiri constituye uno de los principales objetivos como reservorio (ALBARIÑO L., et al.; 2002), mientras que la Formación Los Monos como roca madre en el Sur de Bolivia (MORETTI I.; 1994).

Respecto a las trampas, las descubiertas son, exclusivamente del tipo estructural y según se deduce de la evolución tectónica de la región, éstas habrían comenzado a formarse durante las diferentes fases de la orogenia Andina, por tanto condicionada a la presencia de estructuras tectónicas (ALBARIÑO L., et al.; op. cit.).

Para la región estudiada, ANONIMO (1998) describe unas lutitas negras localizadas en los pozos Toro -1 (Texaco & Marathon Co.) entre los 1.622 a 1.869 metros de profundidad, Pantera – 1 (Phillips) entre los 820 a 1.380 metros, y Madrejón – 1 (Pure Oil Co.) entre los 670 a 1.439 metros, infrapuestas a unas areniscas, en general micáceas. Las edades que este autor atribuye a la lutitas negras corresponden al Devónico Inferior (Pragian a Emsiano) a Devónico Medio (Eifeliano), coincidiendo con otros autores para la Formación Lo Monos (Bolivia).

ANONIMO (1998; op. cit) resume que mediante muestras de diferentes perforaciones petrolíferas en el Chaco occidental y Norte, han sido analizadas por su nivel de pirolisis, determinaciones del tipo de kerógeno y de la madurez termal, se puede indicar que los sedimentos lutíticos del Grupo San Alfredo del Devónico representa la más importante fuente generadora para hidrocarburos en el Paraguay; y que en un esquema regional, se indica el Alto de Lagerenza, como la región con la máxima madurez/generación para el Grupo San Alfredo, declinándose al Este hacia la Cuenca de Curupaty por un lado, y al Suroeste, hacia la Cuenca de Carandayty por el otro lado, observándose igualmente una

mayor profundidad de generación en las referidas cuencas como resultado de la declinación del gradiente térmico.

RESULTADOS



Figura 3. Lutita Bituminosa



Figura 4. Arenisca Micácea

Lutita bituminosa negro grisáceo a gris oscuro (N3 a N2 de *Rock-Color Chart de la Geological Society o America), bien diagenizada, fisil, con laminas muy finas (Fig. 3) con espesor comprobado de 400 metros mediante dos de los pozos de referencia, infrayaciendo a areniscas micáceas gris amarillenta de grano fino a medio rosa anaranjado grisáceo (5YR//2*), fracturada con rellenos calcáreos (Fig. 4), con un espesor máximo registrado de unos 60 metros.

La manifestación comprobada de las lutitas bituminosas (Fig. 5), reposa bajo la Arenisca mencionada en la zona de estudios, y se extiende en profundidad, buzando en dirección Este, donde ambos están cubiertos por la secuencia del Grupo Palmar de las Islas del Carbonífero (GOMEZ DUARTE, D. R.; op. cit.), constituida por diamictitas, areniscas y lutitas de ambientes glaciares.

Las lutitas bituminosas pueden ser conectada con estratos del mismo carácter registradas en entre los 670 a 1.439 metros en el Pozo Madrejón- 1 datado como Pragiano – Emsiano, y entre los 820 a 1.380 metros en el Pozo Pantera – 1, datado entre el Pragiano a Eifeliano (ANONIMO; op. cit.) (Fig. 6).

Ante lo expuesto es fuerza considerar que las lutitas bituminosas descritas aquí constituyen una unidad litoestratigráfica con potencial para investigaciones más avanzadas para la localización de reservorio de hidrocarburos no convencionales del tipo shale oil y/o shale gas.

Así mismo, dada las características litológicas y posición estratigráfica de la lutitas bituminosas descritas, se propone nominar de manera provisoria como Lutitas Madrejón o Formación Madrejón, atribuyéndole la edad entre el Pragiano a Eifeliano.

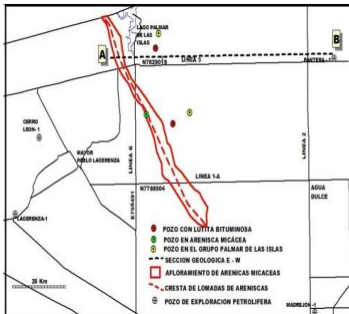


Figura 5. Localización de afloramiento y pozos.

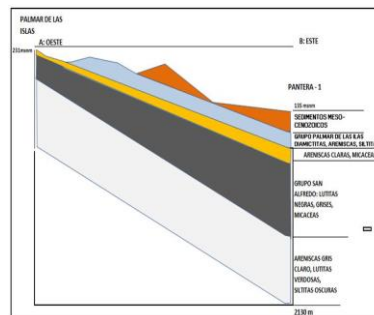


Figura 6. Sección Geológica A-B

Respecto a las areniscas micáceas aflorantes, no debe descartarse la posibilidad de que correspondería a la Formación Iquiri del lado boliviano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albariño L., et al.; 2.002,, mientras que la Formación Los Monos como roca madre en el Sur de Bolivia MORETTI I.; 1994; Las Rocas Madres de Bolivia y su Potencial Petrolífero; Revista Técnica de YPF, 15 (3-4): 293 – 317; Santa Cruz; Bolivia.
- Anonimo; 1.998; Potencial de Hidrocarburos del Paraguay – Areas de Interés Prioritario para la Exploración; Geo Consultores; BID/FOMIN Nº ATNMT – 4983 – PR; Asunción, Paraguay).
- Asebey morales J.; 1.994; Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Departamento de Chuquisaca; Corp. Reg. De Desarr. De Chuquisaca – Dpto. de Recursos Naturales; Sucre, Bolivia.
- Curtis J. B.; 2002; Fractured Shale-Gas System; American Association of Petroleum Geologists (AAPG Bulletin):86 (11): 1921-1938).
- Eckel, E. B., Milton, C., & Sulsona, P. T.; 1.959; Geology and mineral resources of Paraguay--a reconnaissance, with sections on Igneous and metamorphic rocks and soils (No. 327). US Government Printing Office.
- Gómez Duarte, D.R.; 1986; Contribución al Conocimiento de la Geología del Norte del Chaco Paraguayo, Comando en Jefe de las FF. AA. De la Nación, Iller Cuerpo de Ejército, 8ª División de Infantería, Comandancia, Cap. Pablo Lagerenza (Chaco), pp 1-28.
- Moretti I.; 1.994; Las Rocas Madres de Bolivia y su Potencial Petrolífero; Revista Técnica de YPF, 15 (3-4): 293 – 317; Santa Cruz; Bolivia).
- Wang, F. P. & Gale, J. F. W. (Wang, F. P., and J. F. W. Gale; 2009; Screening criteria for shale-gas systems: Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions, v. 59, p. 779-793).

METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA LOS ESTUDIOS PRELIMINARES GEOLOGICO GEOTECNICO EN LA OBTENCION DE DATOS EN ZONA DE OBRAS

Manuel Figueredo¹ & Federico Argüello²

¹Consultor Geólogo Geotécnico.

²Consultor Geólogo Independiente.

E-mail de contacto: *federicopas89g@gmail.com*

RESUMEN

El propósito de efectuar este trabajo es para determinar los criterios en la obtención de datos para los estudios geológico-geotécnicos; básicamente en la caracterización del subsuelo en la zona de futura obra, específicamente, en el anteproyecto de presa para una futura central hidroeléctrica de acuerdo a la posibilidad y factibilidad en el área de interés. Con tal propósito se deberá primar el análisis geológico geotécnico preliminar, así determinar las características básicas de las condiciones de fundación del subsuelo para el emplazamiento de obra, dentro del territorio o fronterizo del País. Considerando los parámetros socio-ambientales. Así como el aprovechamiento óptimo de acuerdo a la envergadura del proyecto.

SUMMARY

The purpose of this work is to determine the criteria in obtaining data for geological-geotechnical studies; basically in the characterization of the subsoil in the zone of future work, specifically, in the pre-project of dam for a future hydroelectric power station according to the possibility and feasibility in the area of interest. For this purpose, the preliminary geotechnical geological analysis must be prioritized, thus determining the basic characteristics of the foundation conditions of the subsoil for the construction site, within the territory or border of the country. Considering the socio-environmental parameters. As well as the optimal use according to the size of the project.

INTRODUCCIÓN

Generalmente, la caracterización del subsuelo para fines de ingeniería, se realiza mediante la elaboración de perfiles y cortes construidos en forma intuitiva, por lo que contienen un grado considerable de subjetividad. En muchos casos, estos modelos no son totalmente satisfactorios debido a la complejidad de la formación geológica y la variación espacial de las propiedades del subsuelo.

Actualmente se cuenta con herramientas informática relativamente modernas, como la que ayudan a eliminar hasta cierto grado la subjetividad en las interpolaciones, logrando una mejor aproximación de las condiciones reales del subsuelo. Existen algunos trabajos antecedentes sobre la aplicación que caracterizan al subsuelo en la zona que se desea ejecutar.

Los trabajos deberán ser realizados con el propósito de evaluar la eficiencia del método aplicado y la descripción del subsuelo, mostrando que el método puede ser empleado para estimar de manera racional los espesores y profundidades de las formaciones típicas del subsuelo y las propiedades índices o mecánicas del subsuelo a partir de una base de datos de perforaciones disponibles. También se realizarán algunos trabajos de caracterización geotécnica para la zona de obra, generalmente con algunas limitaciones debido a la escasez de datos o confidenciales. Se analizará la distribución de actividades en el campo para estudios preliminares a lo largo del área de una obra de presa, para dar una visión a lo que se lograría llegar al objetivo previsto, como en Rocas teniendo en cuenta manifestaciones en el Sub-suelo profundo y la variación de la profundidad de los estratos típicos de la zona fluvial-lacustre. El contenido de muestreo es una propiedad índice que permite identificar el tipo de suelo y que resulta fácilmente correlacionable con propiedades mecánicas, lo que posibilita la interpretación estratigráfica del subsuelo dicho también en Rocas.

UBICACIÓN

El área de estudio correspondería a una posible ubicación dentro del territorio nacional y fronterizo.

TOPOGRAFÍA

La topografía superficial en la zona de estudio deberá ser por un profesional especializado en el área.

GEOLOGÍA

Geología Regional

Formación Misiones: se trata de una arenisca de edad Triásica-Jurásica depositada sobre unidades paleozoicas del Pérmico, y subyacen generalmente a los basaltos de la Formación Alto Paraná.

Se caracterizan por presentar una coloración rojiza típica, de origen eólico-fluvial, con estratificación cruzada sub-paralela horizontal, a veces de estructura masiva de granulometría media a

fina predominantemente con niveles de granos gruesos. Ocasionalmente contiene escaso material cementante limo-arcilloso oxido e hidróxido de hierro. En sectores existen silicificaciones que le confieren mayor grado de consistencia. El espesor medio de esta formación aproxima su espesor a 400m.

Formación Alto Paraná: Corresponde a los basaltos de edad Jurásico-Cretácico dispuestos en forma de sucesivos derrames de lavas que cubren extensas áreas y ocupa gran parte de los departamentos de Itapúa, Alto Paraná, Canindeyú y Amambay. Estas rocas eruptivas se manifiestan sobre la arenisca de la Formación Misiones. Genéticamente responde a vulcanismo de fisura ocurridos a escala continental. Probablemente las más extensas del planeta. La mayor parte de la secuencia de los derrames basálticos comprende a basaltos toleíticos de textura micro-cristalina, a veces, se observan fenocristales que confiere aspectos porfíricas. El espesor de esta formación llega a unos 1500m.

Sedimentos Cuaternarios: Los sedimentos de esta edad en el área están constituidos por los depósitos aluviales y suelos residuales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Zonificación geotécnica

Actualmente, se deberá contar con un mapa de zonificación geotécnica. Este mapa deberá incluir una reducida extensión del área de estudio, perfil correspondiente considerado para el trabajo.

Dicho perfil se debe de contar con la característica de consideración y distribución de los materiales del subsuelo, aplicando los criterios establecidos en el Reglamento de las Normas de Construcciones para dicha zona de obra y empleando como herramienta Geotécnicos para estimar las profundidades de los estratos tipos del subsuelo pero con algunas variaciones de depositación que se podría dar en el subsuelo. En este mapa de zonificación geotécnica propuesto se definirían los puntos a muestrear: sondeo para perfil Freático, Observatorio e Investigativo. Formada por rocas que se podría dar diaclasas y suelos posiblemente friables con depositados de ambiente aluvial.

Sondeos geotécnicos

Para los sondeos geotécnicos deberá ser establecido por el Ingeniero de Obra conjuntamente con el topógrafo para este estudio deberá ser facilitado proporcionar por diferentes dependencias e instituciones gubernamentales, así como por varias empresas privadas que han realizado sondeos para diversas obras relacionadas dentro del área de estudio. En la tabla se menciona los tipos de Ensayos a realizar para una futura obra:

A. CAMPOS PERFORACION	B. LABORATORIO SUELO	C. LABORATORIO DE ROCA
Movilización y desmovilización	Contenido de humedad Natural	Petrografía (microscopio)
Instalación para perforación incluyendo topografía	Granulometría por tamizado completo	Mineralogía Rayos X
Perforación con inyección de agua y muestreo de cutting c/ cambio de suelo (por metro)	Ensayo de identificación y clasificación SUCS del Suelo	Peso Específico y de Absorción
Perforación con inyección con agua SPT c/ metro	Hidrometría	Ensayo de Comprensión Simple
Encamisado provisorio a techo de roca	Peso unitario húmedo y Seco	Ensayo de Carga Puntual
Muestra Shelby	Ensayo Triaxial rápido	Desgaste Los Ángeles
Muestra Denison	Ensayo Triaxial lento	Inmersión en Sulfato de Sodio
Ensayo Lefranc carga constante	Ensayo químico del agua	Inmersión en Etileno Glicol
Ensayo Lefranc con carga variable	Ensayo químico del suelo	Barra de mortero (reactividad álcali-agregado)
Perforación Vertical en Roca con recuperación de testigos		
Perforación Inclinada en roca con recuperación de testigo		
Ensayo de inyección en Agua a presión en roca (Lugeon)		
Insumos e instalación de piezómetros		
Insumo e instalación de freatómetro		
Cementación y reperforación		
Sellado de perforación (al termino del trabajo)		

Tabla 1. Plan de manejo de investigación geológico geotécnica

Para la perforación en suelo, todas las perforaciones el fluido de perforación será de agua clara y limpia para no perturbar ni contaminar el suelo que se obtenga. El agua de perforación no deberá contaminar el suelo triturado extraído (cutting).

Se utilizarán equipos y herramientas adecuadas y aptas para atravesar de manera eficiente y eficaz los materiales de presa y fundación de la misma. El equipo que se utilice para el sondeo en suelos con barreno, trépano y/o con STP (Standard Penetration Test) a cada metro, según se indique, debe asegurarse condiciones de estabilidad de la excavación durante el trabajo. Será rotatorio capaz de atravesar con barreno a rodillos, brocas postizas con corona de diamante diámetro NX (54mm) y tendrá capacidad también para el muestreo en los suelos con tubo bipartido Terzaghi (Norma ASTM D-1586).

En todos los casos las perforaciones geológico-geotécnicas serán ejecutadas con STP cada metro en toda la columna de suelo, mientras que las perforaciones para freáticos y pozos de observación, las perforaciones serán ejecutadas recuperando cutting en cada metro o cambio de estrato. La inspección podrá requerir en ciertos lugares, la obtención de muestras no disturbadas Shelby o Denison y/o también ensayos de permeabilidad Tipo Lefranc (carga constante o variable).

Para la perforación en Roca (Norma ASTM D-2113), se deberá usar equipos de alimentación hidráulica rotatorios con mando superior, con un cabezal de perforación capaz de aceptar barras para barrenas "tamaño NX" y capaces de operar herramientas de corte rotatorias con puntas de diamante en roca duras o de carburo de Tungsteno en rocas blandas. El equipo de recuperación de testigo de perforación deberá corresponder a un porta-testigo NX. Los equipos deberán ser capaces de perforar a una profundidad máxima según como se lo indique.

En algunas perforaciones, o según como se mencione, se deberá realizar en la roca pruebas de permeabilidad de tipo Lugeon por medio de ensayos de presión de agua sobre tramos de 5.0m de longitud, bajo incremento de presión 1kg/cm² hasta 8kg/cm² en forma ascendente y descendente o como se ordene y, de acuerdo con la tabla 2, como sigue:

Profundidad con respecto al nivel del terreno	Presión en el manómetro (en kg/cm ²)				
Menor a 15 metros	1	2	3	2	1
Entre 15 y 30 metros	1	3	6	3	1
Entre 30 y 60 metros	2	4	8	4	2
Mayor a 60 metros	2	5	1	5	1

Tabla 2. Referencia de presión guía para ensayo Lugeon. Norma ASTM D4630-96

Otros equipos importantes es de auscultación que son los freáticos y piezómetros. Estos últimos se instalarán ya en la última fase del trabajo dentro de la zona de obra.

Características de la Información

La información básica de ingeniería anteriormente descrita por Normas Internacionales que ha sido incorporada para la elaboración de estudios preliminares con el propósito de facilitar el estudio e interpretación de la distribución y naturaleza de los materiales del subsuelo y formaciones geológicas para dar la toma de decisiones al momento de pasar a la ejecución. La integración de la información para los geotécnicos consiste en identificar y manifestar criterios de a la hora de brindar conclusiones.

RECOMENDACIÓN

Fotografía. La fotografía de los núcleos o testigo de la perforación son un valioso testimonio gráfico del estado del macizo rocoso, es por ello que se debe fotografiar todos los núcleos antes de ser partidos para su análisis químico. La Fotografía debe ser nítida y no presentar en alguna, es ideal fotografiar un grupo de cajas

Calidad de testigo Recuperado. La calidad del testigo recuperado depende del tipo de roca, de la manipulación de los testigos al ser extraídos, el transporte y almacenamiento de estos. Es muy importante controlar todas estas etapas adecuadamente y disponer de contratos adecuados y una inspección técnica que permita asegurar la correcta extracción y manipulación de los testigos.

Experiencia personal. Es de suma importancia que el levantamiento geotécnico de los sondajes sea realizado por profesionales idóneos en geotecnia, especialmente geólogos con conocimiento geotécnico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Krumbein Y Sloss. 1963. Estratigrafía y Sedimentación. Ed. Freedman. San Francisco.
 Hugh Exton McKinstry. 1977. Geología de Minas. Tercera Edición. Ediciones Omega. Barcelona. España.
 Campefort. 1975. Perforaciones y Sondeos. Tercera Edición. Ediciones Omega. Barcelona. España.
 REVISTA GEOLOGICA. 1991Asociación de Geólogos del Paraguay. Primera edición.
 Terzaghi, K. & Peck R. (1958) Mecánica de Suelo en la Ingeniería Práctica Editora Ateneo.Segunda Edición. Buenos Aires-Argentina.

EL MÉTODO GPR: GROUND PENETRATING RADAR

F. Peralta Belmonte¹

¹Geofísica y Geología Consultoría *peraltabelmonte@gmail.com*

RESUMEN

El Georadar (GPR) es un método de prospección y exploración geofísica que consiste en la emisión y recepción de pulsos electromagnéticos a la subsuperficie y su posterior procesamiento e interpretación. La antena del GPR produce dicho pulso, el cual se manifiesta en forma de ondas, y estas viajan a través de la subsuperficie hasta que la señal sea absorbida completamente por el medio o se encuentre con cambios (discontinuidades) en las propiedades físicas del subsuelo. Estos cambios pueden ser pequeños objetivos como una cañería enterrada o grandes capas geológicas como ser el techo de roca.

Las ondas electromagnéticas son reflejadas, refractadas y absorbidas al cambiar de medio. Parte de las ondas emitidas que son reflejadas por los materiales del subsuelo o la subsuperficie estudiada son registradas por el receptor contenido en la antena. Al efectuar un barrido en la superficie, el resultado es una sección vertical (radargrama) en dos dimensiones, la cual se procesa e interpreta según el objetivo de la investigación.

Las propiedades físicas que envuelven este método pueden ser resumidas en: conductividad, que es la propiedad de los materiales de permitir el paso de corrientes eléctricas a través de los mismos; y el contraste de las constantes dieléctricas, que es la variación de la intensidad de las reflexiones (o la absorción de ondas EM) entre un medio y otro (objetivo y medio circundante).

El procesamiento de los datos GPR se realiza con softwares diseñados específicamente para tal fin y puede ser comparado con el utilizado en el método de sismica de reflexión. Luego del procesamiento de las reflexiones de las ondas electromagnéticas, se obtienen secciones verticales en función a la distancia de desplazamiento sobre la superficie y la profundidad de los objetivos, para luego efectuar las interpretaciones de los radargramas.

Entre los campos de aplicación más comunes del Georadar se encuentran la arqueología, geología (minería, estratigrafía), ingeniería civil (inspección de estructuras de concreto), mapeo de servicios (cañerías de agua, gas, conductores eléctricos), antropología forense (tumbas no marcadas), agricultura de precisión (mapeo de los espesores de suelo y napas freáticas), evaluaciones ambientales (detección de pluma de contaminación), entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benedetto, A. y Pajewski, L.; 2015. *Civil Engineering Applications of Ground Penetrating Radar*. Springer. Suiza.
- Bigman, D. P.; 2018. *GPR Basics: A Handbook for Ground Penetrating Radar Users*. Bigman Geophysical, LLC. Georgia, USA.
- Carrick Utsi, E.; 2017. *Ground Penetrating Radar: Theory and Practice*. Elsevier, Butterworth-Heinemann. Oxford, Inglaterra.
- Casas, A., Pinto, V., Rivero, L.; 2000. *Fundamentals of ground penetrating radar in environmental and engineering applications*. *Annali Di Geofisica*, Vol. 6.
- Conyers, L.B. and Goodman, D.; 1997. *Ground-Penetrating Radar: An Introduction for Archeologists*. Colorado, USA.
- Conyers, L.B.; 2016. *Ground Penetrating Radar for Geoarcheology*. John Wiley & Sons, Ltd. Reino Unido.
- Daniels, J. J.; 2000. *Ground Penetrating Radar Fundamentals*. U.S. EPA, Region V. USA.
- Geophysical Survey Systems, Inc., 2017. *Concrete Handbook: GPR Inspection of Concrete*. Nashua, New Hampshire, EEUU.
- Jol, H. M.; 2009. *Ground Penetrating Radar: Theory and Applications*. Elsevier. Amsterdam, Holanda.
- Lai, W. et al.; 2017. *A blind test of Geophysics* 149, pp. 10 – 17. Elsevier.
- Nobes, D. C.; 2017. *Ground penetrating radar response from voids: A demonstration using a simple model*. *NDT and E International*.

MAPA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA ACUIFERO YRENDA -TOBA -TARIJEÑO (SAYTT) EN LA REPUBLICA DEL PARAGUAY

Sandra Fariña¹, Fernando Larroza¹, Jaime Báez¹, Néstor Cabral¹ y German Mallen¹

¹ Organización no gubernamental Agua (ONGAgua): sandra.dolsa@gmail.com; fernando.larroza@ongagua.org.com; jaimoleonardobp@gmail.com; cabralnestor@gmail.com; german.mallen@gmx.de

RESUMEN

El mapa hidrogeológico del SAYTT en Paraguay fue realizado en el marco del proyecto de la Cuenca del Plata a escala de trabajo 1:500.000, para ser integrado al mapa regional (SAYTT de Argentina, Bolivia y Paraguay). Su elaboración está basada en evaluación de publicaciones e investigaciones con información histórica de pozos, mapas, análisis fisicoquímico e isotópicas, en donde además se generaron nuevos datos donde existían vacíos de información, con mediciones “in situ” de nivel estático, CE y pH, y toma de muestras de agua para análisis fisicoquímicos en laboratorio, obteniendo la clasificación química del agua subterránea, logrando un aporte para el modelo conceptual. El área de estudio es de 197.280 km² con las siguientes características: a) es un sistema acuífero regional de planicie, confinado, multicapa y de baja velocidad de flujo; b) presenta zonificaciones de agua dulce, salobre y salada, con incremento de la salinidad en sentido horizontal de la dirección de flujo que preferencialmente es de W-E; y c) en las áreas de descargas al E, cercanas al río Paraguay los niveles potenciométricos se encuentran cercanos a la superficie a aflorantes (evidenciadas por su relación con lagunas salobres a saladas), la formación de minerales evaporíticos en áreas de descarga es una característica, d) sedimentos no consolidados del Terciario-Cuaternario son de interés hidrogeológico y se presentan con una litología constituida por gravillas, arenas, limos y arcillas con niveles de cristales de yeso y concreciones carbonaticos. El producto corresponde a la cartografía Hidrogeológica e Hidroquímica del SAYTT-Paraguay, a escala de trabajo de 1:500.000 y de impresión 1:950.000 con un texto explicativo.

Palabras claves: SAYTT – Acuífero Yrenda – Acuífero transfronterizo – Chaco paraguayo

INTRODUCCIÓN

El Sistema Acuífero Yrenda Toba Tarijeño – SAYTT se extiende por las áreas fisiográficas del Chaco Boreal Central Sudamericano que abarca parte del territorio de tres países: Argentina, Bolivia y Paraguay. El SAYTT, en territorio paraguayo, limita al norte con formaciones más antiguas, del silúrico, devónico y carbonífero, y se extiende al sur del paralelo 20° S; le limita al oeste el río Pilcomayo y al este el río Paraguay, abarcando una superficie de 197.280 km². (Figura 1). Esta región está subdividida en clima semitropical, que comprende la parte sur del Chaco y un clima semitropical continental, bordeando lo semi-árido, que comprende la parte noroeste del Chaco, caracterizado por la escasez de lluvias en todo el año (400 mm totales), además de ser muy caluroso. La evaporación potencial, anualmente es en promedio de 1.400 mm. La intensidad de las lluvias es variable y sus distribuciones irregulares, lo mismo en áreas próximas

METODOLOGÍA

Para la elaboración del Mapa Hidrogeológico del SAYTT en el territorio paraguayo, se utilizó como referencia la “Guía metodológica para el mapeo esquemático de acuíferos utilizando información básica disponible” realizado para UNESCO (ANTON, 2005).

El mapa hidrogeológico que cubre una extensión de 197.280 km², fue realizado sobre un formato digital georreferenciado con un sistema de información geográfica, a escala de trabajo de 1:500.000 y de impresión 1:950.000, el cual contiene un resumen de informaciones sobre la geología e hidrogeología del SAYTT (en territorio paraguayo). Fue elaborado con base en la información hidrogeológica e hidroquímica disponible, de estudios de relevancia que antecedieron y se realizaron nuevas mediciones “in situ” de nivel estático, conductividad eléctrica y pH en pozos seleccionados para monitoreo, y también fueron evaluados nuevos análisis químicos resultados de las muestras de agua de los pozos colectadas para el presente proyecto, conteniendo los siguientes parámetros físico-químicos: pH, alcalinidad total bicarbonato, conductividad eléctrica, nitrógeno de nitratos, nitrógeno de nitritos, cloruros, sulfatos, nitrógeno amoniacal, calcio, magnesio, sodio, potasio, dureza total, sólidos totales, hierro total, manganeso, arsénico y boro, las representaciones de los componentes del agua se realizaron mediante diagramas, como: Pipper, Stiff, Schoeller, etc.

Para una mejor descripción de forma relativamente secuencial de las características del acuífero, dada su complejidad local, se dividió en Zonas A, B y C, con especificaciones propias de cada zona, metodología ya utilizada en estudios anteriores (FARIÑA et. al., 1996 y LARROZA & FARIÑA, 2005), con ajustes y criterios actualizados, y apoyados en la hidroquímica de las muestras.

HIDROGEOLOGIA

El SAYTT en Paraguay, geológicamente pertenece a la Formación Chaco (Terciario/Cuaternario), de origen continental, y en menor grado marino, integrada principalmente por depósitos fluviales y

lacustres, con participación de material de origen eólico (NACIONES UNIDAS, 1978). NACIONES UNIDAS, 1978, realizó pruebas de bombeo, obteniendo valores de Transmisividad (T), generalmente por el método de recuperación, entre 6.7 y 346 m²/día. Según GODOY & PAREDES, 1994, *en el área fronteriza boliviano-paraguaya* la conductividad hidráulica varía de 6 a 8 m/día y la transmisividad de 400 a 200 m²/día; *en el Chaco central paraguayo* la conductividad hidráulica varía de 0,3 a 8,0 m/día y la transmisividad de 50 a 100 m²/día. La velocidad real de flujo subterráneo varía aproximadamente de 20 m/año a 46 m/año. ONGAGUA, 2015, realizó nuevos ensayos de bombeos a caudal constante (Tabla 1).

Tabla 1 Resultado de los ensayos de bombeo en diferentes áreas del acuífero

Localización	Tte. Enciso (Y-025) (Zona A) Chaco Noroeste	Villa Choferes del Chaco (Y-403) (Zona B) Chaco Central	Tte. 1ro Irala Fernández (Y- 404) (Zona C) Bajo Chaco	Chaco Central
Parámetros Hidrogeológicos				
Q esp. m ³ /h/m	1,58	4,14	3,13	
T m ² /día	241	193	130	
Cond. Hidráulica (K) m/día (calculada)	2,3 *	2,41 **	1,6 ***	1,6 – 2,4
Velocidad real flujo subterráneo (m/año)	13 -19	3,01	2	2 -3
Área	25.600 km ²	57.600 km ²	114.030	

*Espesor del acuífero 80 m y porosidad eficaz de 0,07 y 0,1 ** Espesor del acuífero 80 m y porosidad eficaz de 0,07 *** Espesor del acuífero 35 m y porosidad eficaz de 0,07.

Cuadro 1. Descripción de las zonificaciones hidrogeológica (Mapa Hidrogeológico – Figuras 3)

Zona A (área 25.600 km²) – Frontera Con Bolivia Y Argentina - Agua subterránea Predominantemente Dulce (≤ 1.000 ppm) y Bicarbonatada Sódica
Las características químicas del agua subterránea en esta zona son con contenidos en sales de < 1.000 mg/L y bicarbonatadas cálcica- magnésica, en algunos casos bicarbonatadas sódicas. El bicarbonato claramente excede a todos los demás aniones. La salinidad y el porcentaje de SO ₄ ²⁻ y Cl ⁻ aumentan generalmente en dirección del flujo de NW a SE (como en todo el Chaco), excepto en la zona fronteriza con Bolivia y Argentina entre Fortín. Infante Rivarola y el Rio Pilcomayo, donde hay localmente mayor salinidad, sobre todo Na ⁺ y SO ₄ ²⁻ - Cl ⁻ . El muy bajo contenido en Cl ⁻ es una característica importante. Del lado boliviano, predominan las arenas medias a gruesa, gravas, hasta cantos rodados, por su proximidad al área de recarga, siendo esa la zona con mejores condiciones hidrogeológicas para obtener agua de buena calidad (FARIÑA et al., 1996, LARROZA, 2005).
Zona B –(área 57.600 km²) - Agua Subterránea, predominantemente salobre y salada (≥ 1.000 ppm ≤ 10.000 ppm)
En esta zona las aguas son mayormente sulfatadas cloruradas sódicas, pueden ser salobres a saladas. se convierten durante el avance de la mineralización en cloruradas y sulfatadas, principalmente de sodio. Esto refleja principalmente un creciente contacto con evaporitas en los sedimentos Cuaternarios y Terciarios, y solo en menor grado la habitual maduración muy lenta del agua subterránea hacia predominancia de SO ₄ ²⁻ y Cl ⁻ (según la secuencia/a CHEBORAREV, 1955 apud FREEZE & CHERRY, 1979), mayor tiempo de residencia y equilibrio con la litología principalmente de aluminosilicatos poco reactivos. El aumento de salinidad Na-Cl continua hacia el Este. El uso de este tipo de agua es principalmente ganadero, y actualmente se utiliza a nivel industrial para desalinización y para abastecimiento de uso social. En líneas generales la salinidad del agua aumenta hacia el sureste, pero la calidad del agua presenta fuertes variaciones locales tanto vertical como horizontalmente.
Zona C – (área 114.080 km²) Agua Subterránea exclusivamente salada (≥ 10.000 ppm)

Esta zona se caracteriza por la ocurrencia de humedales salobres a salados en la dirección del flujo subterráneo. Siendo el agua subterránea exclusivamente salada de características químicas cloruradas y sulfatadas sódicas con contenido muy bajo en bicarbonato. Es considerada área de descarga del acuífero y área de alta evaporación por encontrarse el nivel del agua subterránea cercana a la superficie, en ocasiones aflorantes (caso lagunas saladas). La mayoría de los pozos en zona C no son aptos ni para el ganado por sus altas concentraciones de Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Mg^{2+} , Na^+ y B^{3+} .

Evaporitas Cuaternarias y Terciarias generan la alta salinidad observada en la mayoría de los pozos. La edad de las aguas subterráneas – de pocas décadas hasta pleistocenas en pozos profundos del oeste – influye poco en su salinidad, como indican los isótopos del agua (^2D , ^{18}O y ^3H) analizados por el DRH/BGR en los pozos (Py) en 1993-94 (GODOY & PAREDES, 1994) apud ONGAGUA, 2015.

Según FREEZE & CHERRY (1979) “A medida que las aguas subterráneas se mueven por la línea de flujo, desde la zona de recarga en dirección a la de descarga, su composición química es alterada por acción de una amplia variedad de procesos geoquímicos. CHEBOTAREV(1955) apud FREEZE & CHERRY, 1979, concluyó, que el agua subterránea tiende a evolucionar químicamente, hacia la composición del agua de mar, tal evolución es normalmente acompañada de las siguientes mudanzas regionales de los aniones mayores:

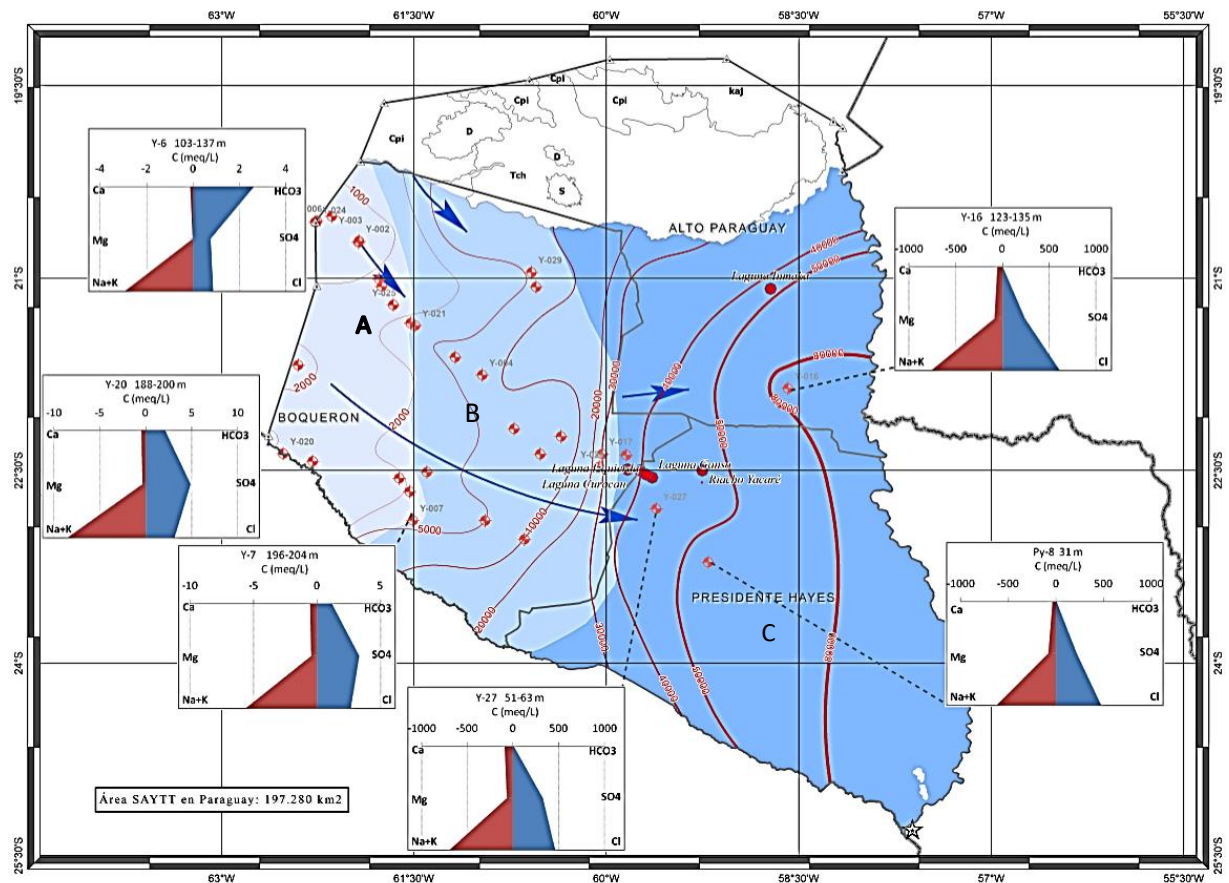
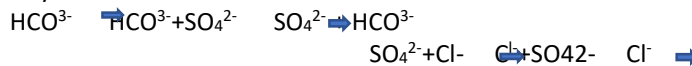


Figura 1. Mapa hidroquímico mostrando las tendencias de tipo de agua según diagrama de Stiff, también se tienen las curvas de conductividad eléctrica que crece de E-W, a más de visualizar las zonificaciones descritas en el Cuadro 1.

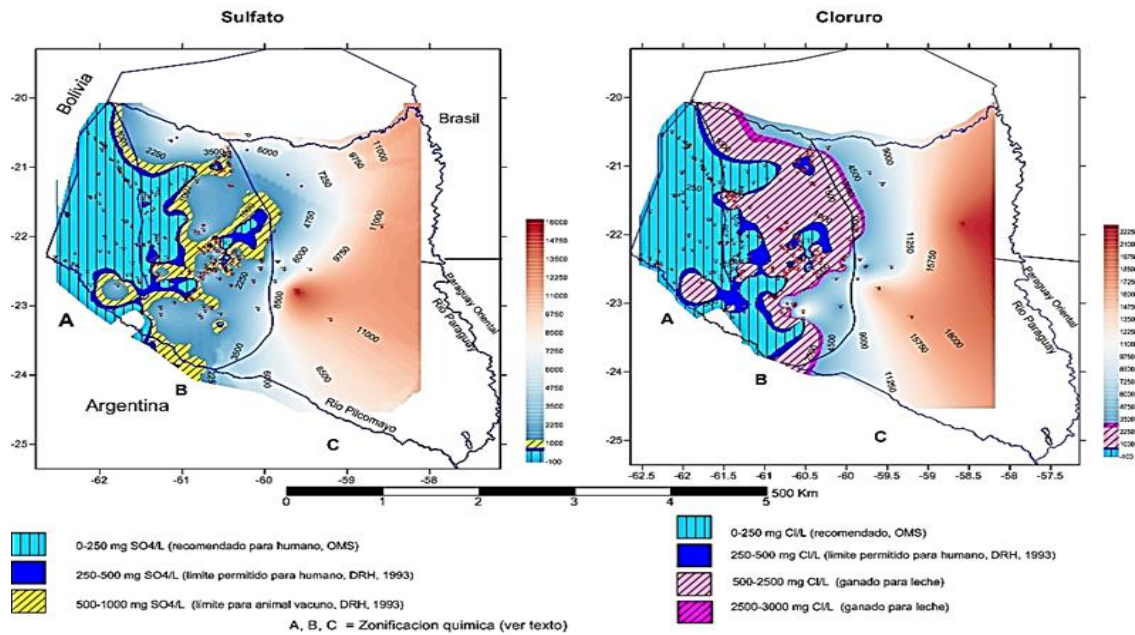


Figura 2: Zonificaciones de las concentraciones de Sulfatos (SO₄-2) izquierda y Cloruros (Cl-) derecha.

En la Figura 2, se presentan mapas de isolíneas de Sulfatos (SO₄-2) y Cloruros (Cl-), donde se delimita las áreas con los valores recomendados para consumo humano y para ganado vacuno, tanto para leche como para carne, basado en la Calidad Estándar para Agua Potable en el Chaco (adoptado por la Dirección de Recursos Hídricos de Filadelfia, Chaco, von HOYER, 1993), en vista de la alta salinidad general del agua subterránea en el Chaco y la escasez de agua en esta región, considera aceptable el consumo con una salinidad ligeramente más alta. Estos incrementos en los niveles de concentración están basados en el conocimiento de que el agua subterránea de dicha calidad se ha consumido en la región bastante tiempo sin efectos perjudiciales.

CONSIDERACIONES FINALES

La salinidad, se debe al confinamiento de las aguas por capas de arcilla impidiendo su desplazamiento y, por consiguiente, el lavado de sales de las capas de arena. Así mismo, la permanencia prolongada de las aguas facilita la dilución de sales de las arcillas confinantes (FREEZZE & CHERRY, 1979), razón por la cual, a poca distancia, en un mismo nivel, las aguas subterráneas presentan fuertes variaciones. En la región oeste del Chaco paraguayo presentan inversión de salinidad, siendo los acuíferos superiores salados a salobres y a mayor profundidad dulces

La recarga de los acuíferos profundos del Chaco se produce de noroeste-sudeste. Según GEYH et al., 1996, la recarga de estos acuíferos se encontraría en los sectores altos de los afloramientos subandinos (serranía del Aguaraüe) aproximadamente a 1.500 m.s.n.m. esto ha sido determinado con los datos de 18O, cuyos valores se ubican entre 7,20 y -8,60 ‰.

La zona de descarga se caracteriza por la ocurrencia de humedales salobres a salados en sentido de la dirección de flujo subterráneo con dirección E, y por la formación de minerales evaporíticos en áreas de descarga producida por sistemas de flujo regional del agua subterránea mineralizada (salada), siendo una característica del área.

Las zonas de descargas difusas se presentan hacia el este del acuífero, situándose en la Zona C (Figura 3) en donde existen eflorescencias y precipitados salinos y erosión del horizonte A, debido a la distancia crítica entre la superficie freática y la superficie del suelo. Las causas de la erosión del horizonte A se deben a la acumulación localizada de sales que implica la muerte de la vegetación y la posterior acción mecánica en el suelo desnudo del viento, precipitación y en algunas lagunas el pisoteo del ganado, LARROZA & GARCIA, 1991; LARROZA et al., 2002.

Evaporitas Cuaternarias y Terciarias generan la alta salinidad observada en la mayoría de los pozos. La edad de las aguas subterráneas – de pocas décadas hasta pleistocenas influye poco en su salinidad, como indican los isótopos del agua (2D, 18O y 3H) analizados por el DRH/BGR en los pozos (Py) en 1993-94 (GODOY & PAREDES, 1994).

En cuanto a la descarga se realiza a través de la explotación de pozos del lado paraguayo y en humedales de lagunas saladas.

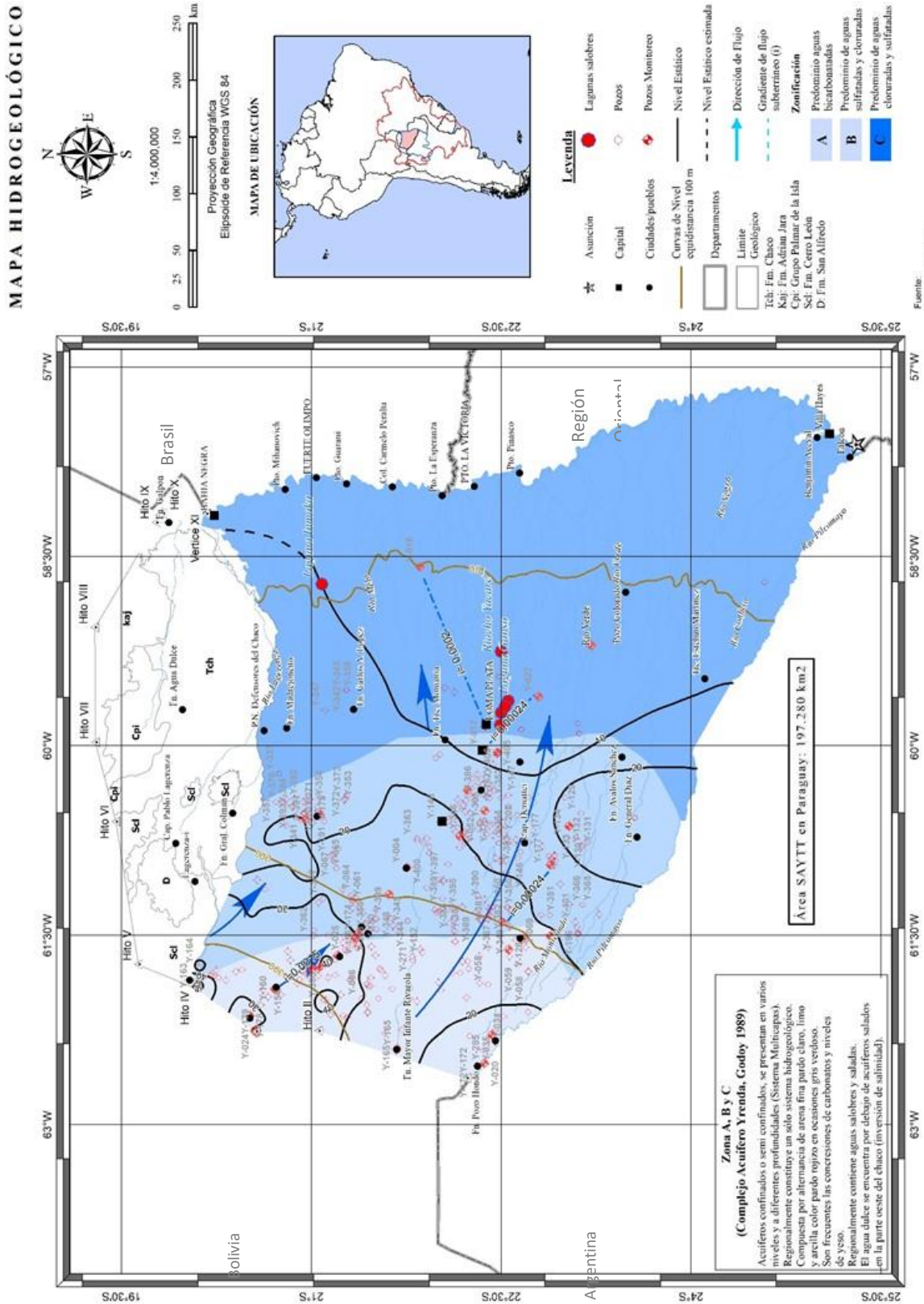


Figura 3. Mapa Hidrogeológico, resaltando los niveles estáticos, dirección del flujo subterráneo, y gradiente hidráulico, el cual disminuye hacia el este.

CONCLUSIONES


El Sistema Acuífero Yrenda- Toba Tarijeño SAYTT en territorio paraguayo, corresponde a los acuíferos confinados y/o semi confinados que se extienden por el Chaco paraguayo, denominado por GODOY (1989), *Complejo Acuífero Yrenda*, siendo la profundidad estudiada hasta los 300 metros, profundidad máxima perforada. Forman sistemas multicapas, constituyendo a nivel regional un solo sistema hidrogeológico, aunque pueden presentarse a nivel local diferencias de detalle.

En términos generales se define al acuífero por debajo de los 50 metros en el oeste, límite con Bolivia, y, pudiendo llegar a ± 5 m hacia el este (próximos al río Paraguay) en el Chaco Húmedo.


La característica relevante del mapa consiste en las zonificaciones (Zona A, B y C) basados en la clasificación predominantes de las aguas, con variaciones locales, según profundidad de captación, especialmente en la Zona A y B, siendo la Zona C, con aguas exclusivamente saladas sin influenciar las profundidades. Agua dulce (bicarbonatada sódica) son exclusivos de la Zona A, donde se presenta inversión de salinidad. Las características químicas del agua subterránea en esta zona son con contenidos en sales de < 1.000 mg/L y bicarbonatadas cálcica- magnésica, en algunos casos bicarbonatadas sódicas. El bicarbonato claramente excede a todos los demás aniones. La salinidad y el porcentaje de SO_4^{2-} y Cl^- aumentan generalmente en dirección del flujo de NW a SE (como en todo el Chaco).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anton, D., 2005. Guía metodológica para el mapeo esquemático de acuíferos utilizando información básica disponible con miras a optimizar su gestión Informe Final. Contrato N° 1033.4-UNESCO-<https://es.scribd.com/document/323863448/UNESCO-Guia-Metodologica-para-el-Mapeo-Sistematico-de-Acuiferos-pdf>
- Appelo, C.A.J. & D. Postman, 2005. Geochemistry, Groundwater and Pollution. – 2nd edition, 652 p.; Boca Raton/ Florida (CRC Press LLC).
- Croce, M.; Godoy E. & García D. 1991. Pozos Profundos en el Chaco Paraguayo: Banco de Datos Hidrogeológicos e Hidroquímicos. Comisión Nacional de Desarrollo Integrado del Chaco / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Proyecto PAR/88/009. Filadelfia - Paraguay. 384 p.
- Dirección de Recursos Hídricos, DRH. Gobierno Departamental de Boquerón, Filadelfia.
- Fariña S., Paredes, J.L.; Godoy E. & Adorno J. 1996. Ocurrencia de Agua Subterránea de Buena Calidad en la Zona de la Planicie de Inundación del Río Pilcomayo. XII Congreso Geológico de Bolivia. Tarija - Bolivia. Tomo II, pág. 905 - 913.
- Freeze & Cherry, 1979. GROUNDWATER. Printece Hall, USA - ISBNB-0-13-365312-9. Pp. 244-254
- GEOMISTER, Empresa Perforadora – Filadelfia, Chaco . E-mail: wilmarbh@gmail.com
- Geyh, M; Grosjean M.; Kruck, W.; Schotterer, U, 1996. Sincronopsis del Desarrollo Morfológico y Climatológico del Chaco Boreal y de Atacama en los Últimos 35.000 años AP. In: Congreso Geológico de Bolivia, Tarija-Bolivia, 1996. Memorias. Tarija, Sociedad Geológica Boliviana, t. II, p. 1267-1276.
- Gobierno Del Paraguay; Naciones Unidas, 1972. Investigación y desarrollo de agua subterránea en el Chaco). Informe técnico 93 p.
- †Godoy, E. 1989. Ocurrencia, Calidad y Propuesta de Estratificación de las Aguas Subterráneas del Chaco Paraguayo. Publicación del Departamento de Agua para el Chaco (CNDRICH). Recursos Naturales: Geología - Hidrología, Filadelfia – Paraguay, n.1. p. 27 - 44.
- †Godoy, E., 1990. Características Hidrogeológicas e Hidroquímicas de la Región Oeste del Chaco Paraguayo. Disertación de Maestría. Centro de Tecnología de la Universidad Federal de Pernambuco. Recife - Brasil. 147 p.
- †Godoy, E., Paredes J.L. 1993. Water Resources of the Chaco of Paraguay (Recursos Hídricos del Chaco Paraguayo). X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - I Simpósio de Recursos Hídricos do Cone Sul. Gramado / RS - Brasil. Anais I, pág. 129 - 138.
- †Godoy, E., Paredes J.L. 1994. Las Aguas Subterráneas del Chaco Boreal - Central Sudamericano. II Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea. Santiago / Chile. Vol. 2, pág. 641 - 656
- Larroza F. & García D., 1991. Consideraciones sobre la Salinización de Lagunas y Tajamares en el Chaco Central. Revista Geológica N° 1. Asociación de Geólogos del Paraguay. Asunción - Paraguay. P 29 - 41.
- Larroza F.A. 2002. Exploración y aprovechamiento de los recursos hídricos del Chaco Central Paraguayo. Tesis de doctorado. Universidad de San Pablo, Brasil. 97 pág. 46 anexos.
- Larroza F & Fariña S. 2005. Caracterización Hidrogeológica del Sistema Hidrogeológico del Sistema Acuífero Yrenda (SAY) en Paraguay-Recurso compartido con Argentina y Bolivia. IV Congreso Argentino de Hidrogeología, Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 25 al 28 de Octubre de 2005, pág. 125-134, TOMO II.
- NACIONES UNIDAS, 1978. Investigación y Desarrollo de Agua Subterránea en el Chaco - Informe Técnico. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Nueva York, USA, 93 págs.
- ONGAGUA, 2015. Elaboración de la Cartografía Hidrogeológica del Sistema Acuífero Yrenda Toba Tarijeño (SAYTT) - Territorio Paraguayo – Informe Final - Estudio de Consultoría correspondiente al Sub Componente II.3: Gestión Integrada de Aguas Subterráneas - Cuenca del Plata (CIC)/GS/OAS.
- Von Hoyer, M.,1993. Hidroquímica del agua subterránea en el área urbana de Filadelfia (Chaco Boreal / Paraguay) Filadelfia – Chaco (Py), DRH/BGR, p. 50. (Serie de informes Técnicos, n. 3)



PRESENTACIONES EN POSTER



TRILOBITES DE LA FORMACIÓN VARGAS PEÑA (LLANDOVERIANO) DE ITAUGUÁ, PARAGUAY ORIENTAL

Tortello, M. Franco¹, Clarkson, Euan N.K.², Uriz, Norberto J.³, Alfaro, Marta B.³ y Galeano Inchausti, Julio C.⁴

¹ División Paleontología Invertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n°, 1900 La Plata, Argentina. tortello@fcnym.unlp.edu.ar

² Grant Institute, School of Geosciences, University of Edinburgh, West Mains Road, Edinburgh EH9 3JW, United Kingdom. Euan.Clarkson@glg.ed.ac.uk

³ División Geología, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n°, 1900 La Plata, Argentina. nuriz@fcnym.unlp.edu.ar, malfaro@fcnym.unlp.edu.ar

⁴ Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, República del Paraguay. galeanoijs@hotmail.com

El Grupo Itacurubí representa el Silúrico Inferior de la cuenca intracratónica de Paraná en Paraguay oriental. El grupo comprende las formaciones Eusebio Ayala, Vargas Peña y Cariy, las cuales documentan un ciclo transgresivo-regresivo asignable al Llandoveryano. Las lutitas arcillosas de la Formación Vargas Peña (FVP) se depositaron durante la máxima inundación del evento transgresivo, y contienen trilobites asociados a otros invertebrados marinos (e.g., graptolites, braquiópodos, bivalvos, gastrópodos, nautiloideos, hyolites, tentaculítidos, crinoideos) de afinidades malvinokáfricas. La localidad tipo de la FVP se sitúa en la cantera homónima (= Cantera San Fernando), en proximidades de la ciudad de Itauguá, a unos 60 km al este de Asunción. El frente de la cantera representa una sección de *c.a.* 25 m de espesor en la que predominan arcillitas blanquecinas y lutitas micáceas con abundantes macrofósiles.

Los trilobites de Itauguá son asignables a las familias Calymenidae y Dalmanitidae. La máxima diversidad [*Calymene* cf. *boettneri* Harrington, *Calymene* sp. A, *Trimerus* sp., *Dalmanites ypacarayensis* (Baldis y Hansen), *Guaranites paraguayensis* Baldis y Hansen] se verifica en el sector inferior del perfil, donde se documentan arcillas, lutitas y areniscas depositadas en un ambiente bien oxigenado, rico en nutrientes. Los graptolites de este tramo (*Normalograptus* Legrand, *Glyptograptus* Lapworth) sugieren una edad Rhuddaniana. Por su parte, *Calymene boettneri* Harrington está restringido a las arcillitas de los tramos medios y superiores de la FVP, en donde conforma una asociación de trilobites monoespecífica. Los graptolites del tope de la unidad [*Monograptus* aff. *priodon* (Bronn), *Stimulograptus sedgwickii* (Portlock), ?*Demirastrites* sp.] indican una edad Aeroniana – Telychiana.

Entre los nuevos calyménidos descritos en este trabajo se destaca *Calymene* sp. A, el cual difiere claramente de *C. boettneri* Harrington por su glabela constricta al nivel de L2, provista de un lóbulo frontal subcuadrado de convexidad moderada. Por su parte, la ilustración de varios ejemplares de *Dalmanites ypacarayensis* proporciona nueva evidencia a favor de considerar a *Makaspis* Baldis y Hansen como sinónimo posterior de *Dalmanites* Barrande.

El género *Guaranites* Baldis y Hansen, previamente considerado sinónimo de *Dalmanites*, es revalidado aquí. *Guaranites* posee características singulares, entre las que se destacan sus grandes dimensiones y la combinación de un céfalo dalmanitifforme con ojos prominentes y fuertes estrías radiales en las librígenas, y un pigidio semielíptico, mucho más ancho que largo, con un borde muy amplio desprovisto de espinas.

Se prevén nuevos estudios en otras localidades de la Formación Vargas Peña, con el fin de obtener información adicional sobre la paleontología, bioestratigrafía y paleoambiente del Llandoveryano de la Cuenca de Paraná en Paraguay oriental.

GRAPTOLITOS DE LA FORMACIÓN EUSEBIO AYALA (SILÚRICO INFERIOR) DE LA CUENCA DE PARANÁ, PARAGUAY.

Norberto J. Uriz.¹, Marta B. Alfaro¹ y Julio C. Galeano Inchausti²

¹ División Científica de Geología-Facultad Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Paseo del Bosque s/n, (1900)-La Plata, Argentina. nuriz@fcnym.unlp.edu.ar

² Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Subsecretaría de Minas y Energía, República del Paraguay.

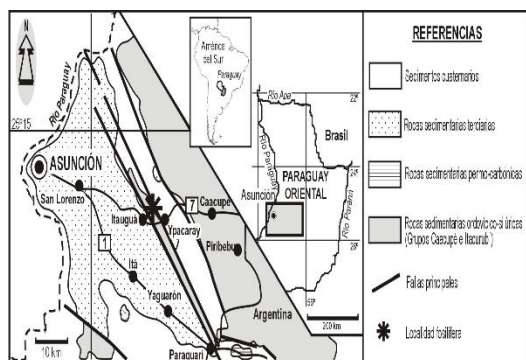
El Silúrico expuesto en la Cuenca de Paraná, en la porción central del Paraguay oriental está representado por el Grupo Itacurubí (Harrington, 1972) que incluye en orden ascendente las Formaciones Eusebio Ayala, Vargas Peña y Cariy (Fig. 1). La asociación de graptolitos estudiada proviene de los niveles medios de la unidad basal, expuestos en la cantera de explotación de arcillas San Fernando, próxima a la localidad de Itaguá, 60 km al Este de la ciudad de Asunción. Esta unidad se encuentra constituida por areniscas finas a medias de tonalidades rojizas-moradas, fuertemente micáceas, con niveles pelíticos arcillosos, presentando un importante contenido fosilífero, caracterizado mayoritariamente por braquiópodos (Wolfart, 1961; Benedetto y Sánchez, 1996) y portadora de abundantes trazas fósiles (Galeano Inchausti y Poiré, 2006). Por su parte, Dyck (1991) menciona la presencia de *Diplograptus?* en esta unidad. La base de la Formación Eusebio Ayala no se halla expuesta en la sección considerada en el presente trabajo, encontrándose los primeros afloramientos al Este del Cerro Patiño, constituida por areniscas micáceas rojizas muy fosilíferas. Los niveles portadores de la graptofauna estudiada, afloran en bancos de areniscas finas, micáceas, con marcada fisilidad, en espesores de 20 cm. La preservación del material está parcialmente alterada por la granulometría y la composición mineralógica de la roca portadora, no obstante es posible observar los rasgos proximales y características tecales de la mayoría de los ejemplares. En algunos especímenes la sícula se encuentra remplazada por óxido de hierro.

La asociación de graptolitos registrada se compone de 8 ejemplares de *Normalograptus medius* (Törnquist, 1897), 4 ejemplares de *Sudburigraptus cf. mutabilis* (Elles & Wood, 1907) y 1 ejemplar de *Neodiplograptus modestus* (Laptword, 1876). El material está depositado en el Museo de Ciencias Naturales de La Plata (MLP), Argentina. (Fig. 2).

La graptofauna reconocida para la Formación Eusebio Ayala, en esta localidad, estaría indicando una edad Rhuddaniana, probablemente Biozona de *vesiculosus-cyphus* (Koren' y Rickards, 2004). Este hallazgo permite ampliar el conocimiento de las biozonas del Llandoveryano para el Grupo Itacurubí, habiéndose reconocido para la unidad suprayacente los pisos Aeroniano-Telechyano, sobre la base de las graptofaunas presentes (Uriz, *et al.*, 2006). Cabe consignar que Grahn *et al.*, (2000) sugieren una edad Rhuddaniana para la parte basal de la Formación Vargas Peña y Formación Eusebio Ayala por los registros de biozonas de quitinozoos.

AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo económico brindado por el Dr. Carlos Cingolani a través de los proyectos PIP-CONICET-5027 y PICT (ANPCyT) 07-10829; el apoyo logístico soportado por *Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Subsecretaría de Minas y Energía, República del Paraguay* para la labor de campo y a



Mario Campaña por la confección de las láminas.
Figura 1. Mapa geológico y ubicación de la zona de estudio.

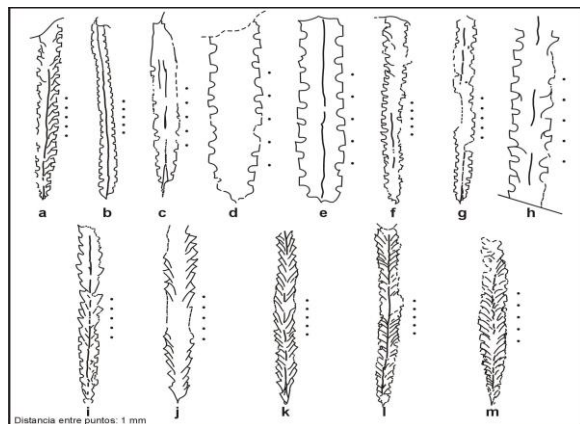


Figura 2. Graptolitos de la Formación Eusebio Ayala, cantera San Fernando, Itaguá. a-h, *Normalograptus medius* (Törnquist, 1897), MLP 18729-18732 (a,b)-18735; i, *Neodiplograptus modestus* (Laptword, 1876), MLP 18736; j-m, *Sudburigraptus cf. mutabilis* (Elles & Wood, 1907), MLP 18737-18740.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Harrington, H. J., 1972. Silurian of Paraguay in: W. B. N. Berry and A. J. Boucot (eds.), Correlations of the South American Silurian rocks. Geological Society of America Special Paper 133: 41-50.
- Wolfart, R., 1961. Stratigraphie und Fauna des alteren Paläozoikums (Silur, Devon) in Paraguay. Geologische Jahrbuch 78: 29-102.
- Benedetto, J. L. y Sánchez, T. M., 1996. The 'Afro-South American Realm' and Silurian 'Clarkeia Fauna'. In: P. Cooper and Jisou jin (eds.), Brachiopods. A. A. Balkema, Rotterdam, pp. 29-33.
- Galeano Inchausti, J. C. y Poiré, D. G., 2006. Trazas fósiles de la Formación Eusebio Ayala (Silúrico inferior), Paraguay. 4º Congreso Latinoamericano de Sedimentología y 11º Reunión Argentina de Sedimentología. Resúmenes, San Carlos de Bariloche.
- Dyck, M., 1991. Stratigraphie, Fauna, Sedimentologie und Tektonik im Ordovizium und Silur von ost-Paraguay und vergleich mit den Argentinisch-Bolivianischen Anden. Ph. D. Thesis, Hannover University, 263 pp.
- Koren' T. N. y Rickards, R. B., 2004. An unusually diverse Llandovery (Silurian) Diplograptid fauna from the Southern Urals of Russia and its evolutionary significance. *Palaeontology* 47(4): 859-918.
- Uriz, N. J., Alfaro, M. B. y Galeano Inchausti, J. C. 2006. Graptolitos monoseriados del Llandovery medio-superior de la Formación Vargas Peña, Paraguay Oriental. 9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Resúmenes, Córdoba.
- Grahn, Y., Pereyra, E. y Bergamaschi, S., 2000. Silurian and Lower Devonian chitinozoan biostratigraphy of the Paraná Basin in Brazil and Paraguay. *Palinology* 24: 143-170.

GRAPTOLITOS MONOSERIADOS DEL LLANDOVERY MEDIO – SUPERIOR DE LA FORMACIÓN VARGAS PEÑA, PORCIÓN CENTRAL DEL PARAGUAY ORIENTAL

Uriz, N. J.¹, Alfaro M. B.¹ y Galeano Inchausti, J. C.²

¹ División Geología, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n° 1900, La Plata. nuriz@fcnym.unlp.edu.ar

² Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, República del Paraguay. galeanoijc@hotmail.com

Los graptolitos monoseriados estudiados en esta contribución, proceden de niveles Silúrico de la Cuenca del Paraná, en la porción central del Paraguay Oriental. Las sedimentitas expuestas constituyen el Grupo Itacurubí, conformado por las siguientes unidades litoestratigráficas: Eusebio Ayala en la base, caracterizada por areniscas finas micaceas y pelítas rojizas – moradas. Posee braquiópodos, graptolitos biseriados y trazas fósiles. Suprayacen las arcillitas blanquecinas y lutitas micaceas muy fosilíferas de la Formación Vargas Peña, de esta unidad proceden los graptolitos objeto del presente trabajo. Se reconocen también graptolitos biseriados, trilobites, braquiópodos, moluscos, conuláridos y probables eurypteridos. Culmina el grupo con la Formación Cariy integrada por areniscas castaños – amarillentas micaceas, laminadas, con abundantes graptolitos biseriados y trazas fósiles.

Los graptolitos se colectaron en los niveles superiores de la Formación Vargas Peña, aproximadamente 2 metros por debajo de la unidad suprayacente. Se reconocieron *Monograptus aff. priodon* (Bronn, 1835), *Stimulograptus sedgwickii* (Portlock, 1843) y ? *Demirastristis* sp. El conjunto de graptolitos caracteriza a la Serie Llandovery medio – superior (Pisos Aeroniano – Telychiano). *S. sedgwickii* es fósil guía de la zona homónima (Aeroniano tardío) de las Islas Británicas, (Rickards, 1976); para Canadá Lenz (1982) cita esta especie para la zona equivalente y para la parte basal de la Zona de *Spirograptus turriculatus*. *M. priodon* se extiende entre las Zonas de *S. turriculatus* y *Cyrtograptus centrifugus* (Lenz and Kozłowska-Dawidziuk, 2001). Štorch & Serpagli (1993) reconocen esta especie para el suroeste de Cerdeña en la Zona de *Monoclimacis griestoniensis* (Telychiano medio).

Se considera la edad de la fauna aquí mencionada como Aeroniana tardía – Telychiana temprana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bronn, H. G. 1835. *Lethaea geognostica*. Volume 1. E. Schweizerbart, Stuttgart, 1-768.
- Lenz, A. C. 1982. Llandoveryan graptolites of the Northern Canadian Corallera: *Petalograptus*, *Cephalograptus*, *Rhaphidograptus*, *Dimorphograptus*, *Retiolitidea*, *Monograptidea*. *Life Sciences Contribution, Royal Ontario Museum 130: 1-154*.
- Lenz, A. C. y Kozłowska-Dawidziuk, A. 2001. Upper Wenlock (Silurian) graptolites of Arctic Canada: pre-extinction, lundgreni Biozone fauna. *Palaeontographica Canadiana 20: 1-61*.
- Portlock, J. E. 1843. Report on the Geology of the country of Londonderry, and parts of Tyrone and Fermanagh 21, 748 págs. Dublin and London.
- Rickards, R. B. 1976. Classification of *Monograptus*: A redefinition of some Llandovery graptolite genera. In: Kaljo, D. & Koren, T. N. (eds), *Graptolites and Stratigraphy: 155-163*. Tallinn.
- Štorch, P. y Serpagli, E. 1993. Lower Silurian Graptolites from Southwestern Sardinia. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana 32: 3-57*

APORTE AL CONOCIMIENTO BIOESTRATIGRÁFICO Y GEOLÓGICO DEL GRUPO ITACURUBÍ (ORDOVÍCIO TARDÍO-SILÚRICO TEMPRANO), EN EL SECTOR ORIENTAL DE PARAGUAY.

Galeano Inchausti J.C.⁽¹⁾; Uriz N.J.⁽²⁾; Alfaro M.B.⁽²⁾; Cingolani C.A.^(2,3); Tortello M.F.^(3,4); Cichowolski M.^(3,5); Bidone A.⁽²⁾ y Siccardi A.^(2,3)

⁽¹⁾ Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, República del Paraguay. galeanoijc@hotmail.com

⁽²⁾ División Científica de Geología, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n°, 1900 La Plata, Argentina. nuriz@fcnym.unlp.edu.ar, malfaro@fcnym.unlp.edu.ar, andreadidone@yahoo.com.ar, aron8112@gmail.com

⁽³⁾ CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Buenos Aires, Argentina. ccingola@cig.museo.unlp.edu.ar

⁽⁴⁾ División Paleontología Invertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n°, 1900 La Plata, Argentina. tortello@fcnym.unlp.edu.ar

⁽⁵⁾ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias Geológicas, Área de Paleontología, Ciudad Universitaria, Pab. 2, C1428EGA, Buenos Aires, Argentina. mcicho@gl.fcen.uba.ar

La presente contribución constituye una reseña sobre los trabajos llevados a cabo en los últimos 13 años (2005-actualidad) por el grupo de investigadores del Museo de La Plata (División Científica de Geología y División Paleontología Invertebrados, FCNyM-UNLP, Argentina), con apoyo del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de Paraguay y reciente colaboración de investigadores del Departamento de Ciencias Geológicas (FCEN-UBA, Argentina), sobre los diversos aspectos bioestratigráficos, paleoambientales y geológicos del Grupo Itacurubí.

El Grupo Itacurubí (Harrington, 1972) constituye una potente secuencia sedimentaria depositada en el ámbito de la Cuenca Intracratónica de Paraná y aflorante en la región oriental de Paraguay (Fig. 1). El grupo está integrado de base a techo por tres formaciones: Eusebio Ayala, Vargas Peña y Cari'y, reconocibles cada una de ellas por sus particularidades litológicas y contenidos fosilíferos. Las ricas faunas de invertebrados marinos fósiles (graptolites, trilobites, braquiópodos, bivalvos, gastrópodos, cefalópodos, hylólitidos, tentaculítidos, crinoideos) e icnofósiles, han sido objeto de estudio desde la década del 50'-60', tal como lo reflejan los pioneros trabajos de Harrington (1950) y Wolfart (1961). Más tarde surgieron varias contribuciones que reportaron la diversidad de organismos y describieron con mayor profundidad ciertos taxones como los braquiópodos y algunos grupos de microfósiles (mioesporas y quitinzoos) (Dyck, 1991; Wood y Miller, 1991; Benedetto et al., 1992; Benedetto, 2002; Steemans y Pereira 2002; entre otros). En los últimos años, se llevaron a cabo estudios sistemáticos de detalle sobre la fauna de graptolites, trilobites y cefalópodos, como así también las asociaciones de icnofósiles registrados en la secuencia, que permitieron ajustar la bioestratigrafía, edad y paleoambiente de la sucesión (Galeano Inchausti y Poiré, 2006; Uriz et al., 2008a, b; Alfaro et al. 2010, 2013, 2014; Cingolani et al., 2011; Tortello et al., 2012; Benedetto et al., 2013; Cichowolski et al., 2016, 2018a, b). Así, estos estudios han permitido asignarle al Grupo Itacurubí una edad Ordovícico Tardío (Hirnantiano)-Silúrico Temprano (Llandoveryano).

Litológicamente la secuencia sedimentaria comienza con areniscas finas micáceas y pelitas rojizas-moradas de la Formación Eusebio Ayala (Wolfart, 1961), que suprayacen a unidades del Ordovícico Superior del Grupo Caacupé (Harrington, 1972). En forma transicional, se suceden niveles alternantes psamo-pelíticos de tonalidades pardo rojizos y arcilitas moradas, que finalmente se hacen francamente pelítico-arcillosas, con lutitas micáceas y arcilitas de tonalidades claras, gris verdoso-amarillentas, muy fosilíferas de la Formación Vargas Peña (Wolfart, 1961). Hacia el techo de la sucesión se restablecen las condiciones de sedimentación, favoreciendo la depositación de areniscas finas a medias, muy micáceas, de tonalidades castañas, que corresponde a la Formación Cari'y (Harrington, 1972). Todo el conjunto es cubierto discordantemente por unidades más jóvenes (Cretácico-Terciario). El Grupo Itacurubí representa un importante evento transgresivo con máxima expresión en el intervalo que corresponde a la unidad formacional Vargas Peña.

Los materiales fósiles que han sido estudiados proceden de afloramientos en las proximidades de las localidades de Itauguá (Canteras "Itauguá Occidental", "San Fernando", "Santa Elena" y "Galeano"), Eusebio Ayala e Itacurubí de la Cordillera (Fig. 1). Hasta el momento los trabajos se centraron principalmente en la identificación y caracterización de las faunas de graptolites, trilobites y cefalópodos. De esta forma, se ha documentado una variada graptofauna en las tres unidades formacionales, encontrándose excepcionales preservaciones de monograptidos y graptolitos biseriados en la Formación Vargas Peña (Fig. 2A, Graptolitos: **a**) *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* **b**) *Paraclimacograptus brasiliensis* **c**) *Paraclimacograptus innotatus* y **d**) *Monograptus priodon*). De igual forma, los trilobites procedentes de esta unidad (Fig. 2B, Trilobites: **a**, **b**) *Calymene boettneri*, **c**) *Trimerus* sp. y **d**, **e**) *Guaranites paraguayensis*) resultaron relevantes para esta sección, aportando una valiosa información bioestratigráfica y paleoambiental (Uriz et al, 2008b; Tortello et al., 2012). Por último, los recientes aportes referentes al grupo de cefalópodos del Orden Ascocerida registrados en las formaciones Eusebio Ayala y Vargas Peña (Fig. 2C, Cefalópodos: **a**, **b**) Probillingsitinae género y especie indeterminados) resultaron de sumo interés, describiéndose por primera vez en altas paleolatitudes de Gondwana

(Cichowski et al., 2018b). Se prevén futuros trabajos para profundizar el conocimiento del contenido paleobiológico, bioestratigráfico y geológico de la unidad.

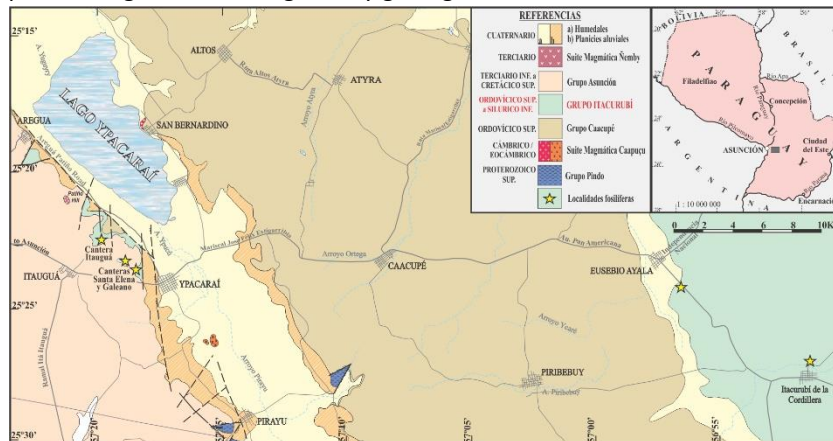


Figura 1.- Localidades fosilíferas en las secuencias sedimentarias del Grupo Itacurubí.

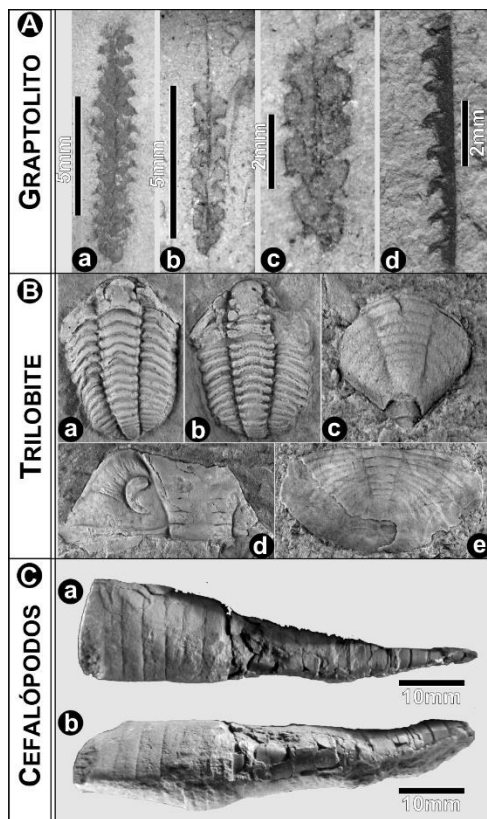


Figura 2.- A) Graptolitos: a) *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* b) *Paraclimacograptus brasiliensis* c) *Paraclimacograptus innotatus* y d) *Monograptus priodon*; B) Trilobites: a, b) *Calymene boettneri*, c) *Trimerus* sp. y d, e) *Guaranites paraguayensis* y C) Cefalópodos: a, b) *Probrillingsitinae*, género y especie indeterminados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, M.B., Uriz, N.J., Cingolani, C.A., Bidone, A.R., Galeano Inchausti, J.C., 2010, Hallazgo de la Biozona de *Persculptograptus persculptus* en la Formación Eusebio Ayala (Ordovícico Superior?–Llandovery), Paraguay oriental: 10º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 7º Congreso Latinoamericano de Paleontología, Actas, p. 41.
- Alfaro, M.B., Uriz, N.J., Cingolani, C.A., Tortello, F., Bidone, A.R., Galeano Inchausti, J.C., 2013, Graptolites and trilobites from the Eusebio Ayala Formation (Hirnantian?–early Llandovery), Paraná Basin, eastern Paraguay: *Geological Journal*, v. 48, p. 236–247.
- Alfaro M.B., Uriz N.J., Bidone A.R., Cingolani C.A., Galeano Inchausti J.C. 2014. Graptolitos de la Formación Cary'i, Silúrico Inferior, cuenca de Paraná, Paraguay Oriental. XIX Congreso Geológico Argentino. Córdoba, Argentina. Acta CD-ROM. Resumen: III Simposio de Bioestratigrafía y Eventos del Paleozoico Inferior, S2-2.
- Benedetto, J.L., Sánchez T.M., Brussa E.D. 1992 – Las Cuencas Silúricas de América Latina. In: Gutiérrez Marco, J.C., J. Saavedra, I. Rábano (Eds.), *Paleozoico Inferior de Ibero-América*, Universidad de Extremadura: 119-148.
- Benedetto, J.L., 2002, The Rhynchonellide brachiopod *Eocoelia* in the Llandovery of Paraguay, Paraná basin: *Ameghiniana*, v. 39, p. 307–312.
- Benedetto, J.L., Halpern, K., Galeano Inchausti, J.C., 2013, High-latitude Hirnantian (latest Ordovician) brachiopods from the Eusebio Ayala Formation of Paraguay, Paraná Basin: *Palaeontology*, v. 56, p. 61-78.
- Cichowski M., Uriz N.J., Alfaro M.B., Galeano Inchausti J.C. 2016. First report of the cephalopod Order Ascocerida in the southern Hemisphere, Hirnantian of the Paraná Basin, Paraguay. XI Congreso de la Asociación Paleontológica Argentina, Roca, Río Negro, Argentina. Octubre, 2016.
- Cichowski M., Rustán J.J., Uriz N.J. 2018a. Middle Palaeozoic cephalopods from southwestern Gondwana and their palaeobiogeographic meaning. 10th International Symposium Cephalopods - Present and Past. Fez, Morocco (2018).
- Cichowski M., Uriz N.J., Alfaro M.B., Galeano Inchausti J.C. 2018. Ascocerid cephalopods from the Hirnantian?–Llandovery stages of the southern Paraná Basin (Paraguay, South America): First record from high paleolatitudes. *Journal of Paleontology*, 1-11. doi:10.1017/jpa.2018.59

- Cingolani C.A., Uriz N.J., Alfaro M.B., Tortello F., Bidone A.R., Galeano Inchausti J.C. 2011. The Hirnantian-Early Llandovery transition sequence in the Paraná Basin, Eastern Paraguay. International Symposium on Ordovician System. In: Gutiérrez-Marco, J.C.; Rabano I.; García-Bellido D. (eds.), *Ordovician of the World*. Cuadernos del Museo Geominero, 14. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. ISBN 978-84-7840-857-3
- Dyck, M., 1991, Stratigraphie, Fauna, Sedimentologie und Tektonik im Ordovizium und Silur von ost-Paraguay und vergleich mit den Argentinisch-Bolivianischen Anden, PhD Thesis, Hannover University, 263 p.
- Galeano Inchausti, J.C., Poiré, D.G., 2006, Trazas fósiles de la Formación Eusebio Ayala (Silúrico inferior), Paraguay: 4º Congreso Latinoamericano de Sedimentología y 11º Reunión Argentina de Sedimentología, Bariloche, Argentina, Resúmenes, p. 103.
- Harrington, H.J., 1950, Geología del Paraguay Oriental: Contribuciones Científicas, Serie E: Geología. Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales, Universidad Buenos Aires, v. 1, p. 9–80.
- Harrington, H.J., 1972, Silurian of Paraguay, *in* Beery, W.B.N., and Boucot, A.J., eds., *Correlation of South American Silurian rocks: Geological Society of America Special Papers*, Boulder, v. 133, p. 41–50.
- Steevens, P., Pereira, E., 2002, Llandovery miospore biostratigraphy and stratigraphic evolution of the Paraná Basin, Paraguay – Palaeogeographic implications: *Bulletin de la Société Géologique de la France*, v. 173, p. 407–414.
- Tortello, M.F., Uriz, N.J., Alfaro, M.B., Cingolani, C.A., Bidone, A.R., and Galeano Inchausti, J.C., 2012, Trilobites and graptolites from the Vargas Peña Formation (early Silurian), Paraná Basin, eastern Paraguay: *Revue de Paléobiologie*, Genève, Vol. spec. 11, p. 279–298.
- Uriz, N.J., Alfaro, M.B., Galeano Inchausti, J.C. 2008a. Graptolitos de la Formación Eusebio Ayala (Silúrico Inferior) de la Cuenca de Paraná, Paraguay. 17º Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy). *Actas*3, 1057–1058.
- Uriz, N.J., Alfaro, M.B., Galeano Inchausti, J.C., 2008b. Silurian (Llandovery) monograptids from the Vargas Peña Formation (Paraná Basin, Eastern Paraguay): *Geologica Acta*, v. 6, p. 181–190.
- Wood, G.D., Miller, M.A., 1991, Distinctive Silurian chitinozoans from the Itacurubi Group (Vargas Peña Shale), Chaco Basin, Paraguay: *Palynology*, v. 15, p. 181–192.
- Wolfart, R. 1961, Stratigraphie und Fauna des älteren Paläozoikums (Silur – Devon) in Paraguay. *Geologische Jahrbuch*, Hannover, 78: 29-102.

PALEOZOICO DEL PARAGUAY: Colecta de material fósil (fauna invertebrada y flora) y georreferenciamiento de afloramientos fosilíferos de la Región Oriental

Aguilera Oddone, Paula Susana¹; Godoy Araña, Ana.Elizabeth¹; Colmán Patiño, Christian Fernando¹; Molinas Ruíz Díaz, Sonia Mabel¹; Acuña, Hugo Marcelo¹

RESUMEN

La paleontología es un área aún muy incipiente en Paraguay, hasta el punto que son escasos los trabajos que se han llevado a cabo en este campo, a nivel nacional. Es por esta razón que son pocos los antecedentes, en la materia, con los que se cuenta, consistiendo estos, en la mayoría de los casos, en registros de presencia de fósiles en localidades que nunca fueron georreferenciadas. Por lo general, son las personas que encontraron los materiales quienes se comunican con la institución para informar acerca del hallazgo de los restos, que resultan ser fósiles, pero sin proporcionar más información sobre los mismos, por lo que no queda un registro bioestratigráfico, o sobre los escenarios paleoecológicos de las comunidades donde se produjeron los descubrimientos, ni más datos referentes al fósil en cuestión; a causa de esto varios materiales deben ser analizados por centros de investigación y universidades del exterior, de modo a poder obtener los datos faltantes. Las zonas identificadas en el proyecto se encuentran en la región Oriental del Paraguay, donde existen numerosas ocurrencias geológicas que guardan informaciones valiosas sobre la historia de la Tierra. Son seis las zonas que fueron estudiadas dentro del proyecto, las mismas presentan sedimentos de dos periodos, el Silúrico y el Pérmico, cada una con sus características peculiares de fauna y flora.

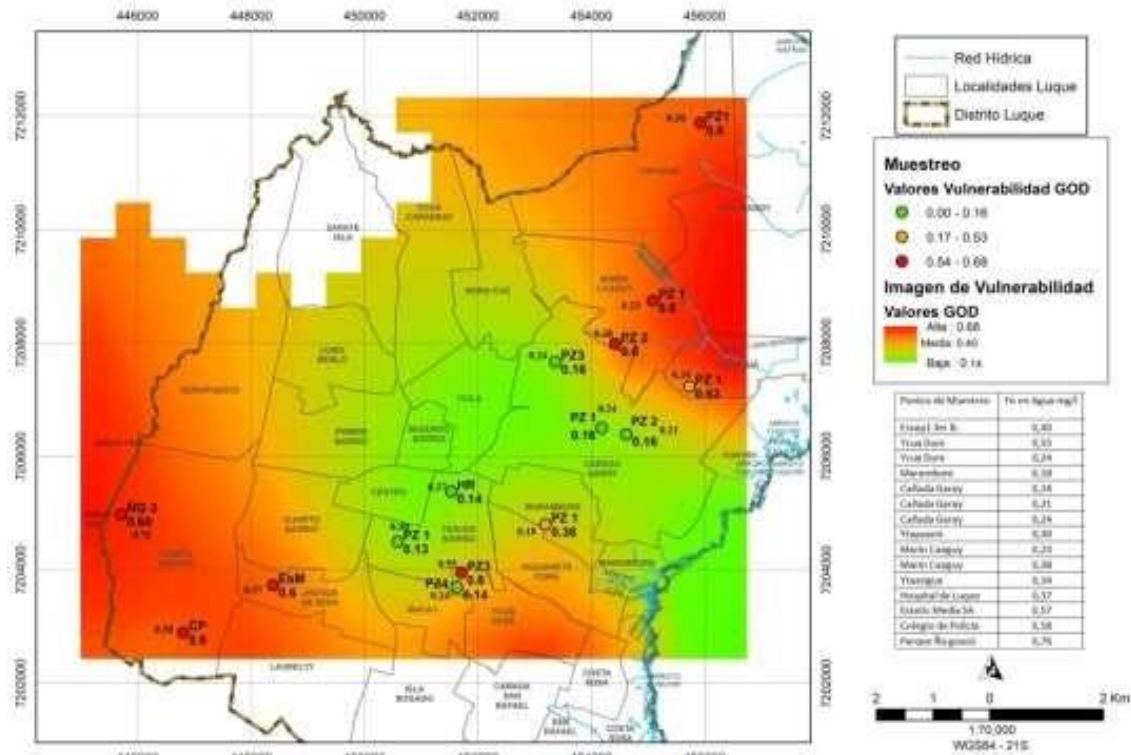


Figura 1. Mapa de valores puntuales de Vulnerabilidad y Fe en agua por cada localidad

CONCLUSIONES

El método de GOD utilizado como instrumento de comparación nos permitió determinar el grado de Vulnerabilidad en las diferentes zonas encontrando desde altas, medianamente moderadas a bajas, por ser un método sencillo, y relacionar con el parámetro en particular es decir el Fe total en las aguas y muestras de suelo, así como con otros parámetros. Por medio de este método podemos concluir que algunas localidades de Luque son muy vulnerables a aportes de contaminantes de fondo natural y otras zonas se encuentran expuestas a contaminantes de otros tipos. Para algunas zonas como ser Ycua Dure en el PZ3, Campo Grande PZCP y Jhugua de Seda PEsm. se debe tener en cuenta la litología del suelo que son suelos areno arcillosos, areniscas finas marrón a rojizos motivos suficiente de los medianamente altos niveles de hierro encontrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rodier.J.1998.Analisis de las aguas Naturales y Residuales.3ra ed. Editorial Omega.Barcelona.España.1059 p
 AWWA.2002.Calidad y Tratamientos de Agua.5ta ed.Ed.Mc.Graw Hill. Madrid- España.1231 p.
 Arnaiz M. ,1980.Estadística Aplicada a la Hidrogeología.1ra ed. Editorial Reverte.Barcelona-España.385 p
 Foster Stephen, Hirata Ricardo, Gomes Daniel, D Elia Monica, Paris Marta.2007.Protección de la Calidad del Agua Subterránea guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales, 2 ed. Mundi- Prensa, S. A. Madrid.115p
 Romero J, 1999.Calidad de Agua. 2da ed. Ed. Alfa Omega.Mexico.273 p
 Hurlbut D, 1960.Manual de Mineralogía .2da ed. Ed.Reverte.Barcelona- España.600 p.

PRESENCIA DE ARENISCAS DE LA FORMACIÓN ITA PYTÃ PUNTA AL DESCUBIERTO EN FERNANDO DE LA MORA, PARAGUAY

Gadea M.¹, Acosta N.², Acosta A.², Ayala R.²

¹ Encargado de Cátedra. Departamento de Geología, FaCEN – UNA. *E.mail de contacto: moi7moses@yahoo.com*

² Estudiante Universitario. Departamento de Geología, FaCEN – UNA.

RESUMEN

Los trabajos del Proyecto Metrobus para la instalación de sistemas de comunicaciones y alcantarillados en la zona céntrica de Fernando de la Mora, por medio de destapes de suelos lateríticos residuales poco desarrollados y las escorrentías superficiales por lluvias, han hecho posible reconocer presencia de areniscas de la Formación Ita Pytã Punta.

INTRODUCCIÓN

La Formación Ita Pytã Punta fue nominada por Gómez Duarte (1991). Esta unidad se constituye como el techo de Grupo Asunción, y el área metropolitana de Asunción se establece en su mayor extensión sobre éste material litológico.

Su unidad tipo se encuentra en el promontorio de Ita Pytã Punta en el extremo occidental de Asunción sobre el litoral del río Paraguay. Se constituye por areniscas rojas, mal seleccionadas, friables y porosas asignadas como del Cretácico Superior – Cenozoico Inferior (Gómez Duarte, 1991).

Su cementación moderada se entiende por el carácter friable de estas rocas debido a su diagénesis moderada (Bosio, 2008). El mismo autor las denomina arenas cementadas de Asunción, y por su carácter geomecánico, suelos endurecidos o rocas blandas.

GEOGRAFÍA

El afloramiento se encuentra en el microcentro de la ciudad de Fernando de la Mora, en las intersecciones de la Ruta Internacional N°2 Mariscal Estigarribia, y la calle Soldado Ovelar frente al semáforo en el kilómetro 7 en dirección a la ciudad de San Lorenzo. Sus coordenadas geográficas son como sigue: -25.322029° ; -57.557196° (Figura 1).

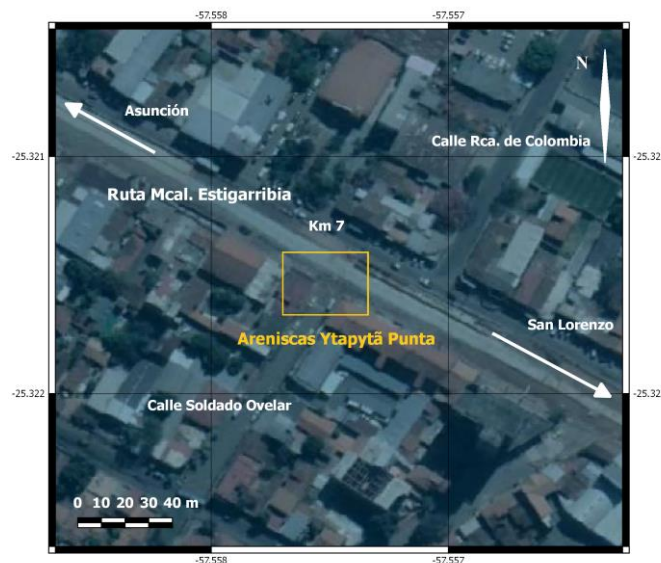


Figura 1. Ubicación geográfica

En el lugar observado la arenisca Ita Pytã Punta se expone a lo largo del destape realizado por el Proyecto Metrobus en la Ruta Mariscal Estigarribia en Fernando de la Mora, con una extensión aproximada de 30 metros.

Es de considerar que topográficamente la zona es de baja pendiente. Sin embargo, los destapes realizados desnivelaron el terreno de modo que en tiempos de lluvias los lugares excavados actúan como canales; entonces los raudales también favorecieron a que estas rocas sean visibles. Se han observado estructuras sedimentarias del tipo tafoni, que son característicos en ambientes fluviales y se los considera de origen reciente (?), por las grandes escorrentías originadas en tiempos de intensas lluvias.

DESCRIPCIÓN DE LA ROCA

Arenisca limosa (Figura 2). Proporción clasto/matriz: ~70/30%. Roca clasto-soportada. Mala selección granulométrica; buena selección mineralógica. Clastos subredondeados subangulosos. Cuarzo del tipo arena, cristal de roca, citrino. Granulometría: arena media – limo. Matriz: Limo-arcilloso, con ~25% de concreción de hierro (levemente magnético). Subordinadamente clastos de feldespato, pirita, mica, y precipitados de

manganeso (pirolusita) en su matriz. Color rojizo, friable, de alta porosidad y con estructuras sedimentarias del tipo tafoni.



Figura 2. Exposición de arenisca

DESCRIPCIÓN DEL SUELO

El suelo removido donde se expone la arenisca no supera los 40 centímetros de espesor (Figura 3.2). Un suelo rojizo opaco (Munsell 5 YR 5/3), residual y poco desarrollado (como el Horizonte C en un perfil de suelo), inmediatamente por encima de su roca fuente (Tarbuck & Ludgens, 2005).

CONCLUSIONES

El color rojo de estos materiales (suelo y roca) se debe al elevado tenor de hierro (68 ppm) matricial y también se pudo comprobar la existencia de costras de precipitados del tipo concreciones.

El suelo del lugar es eminentemente residual y con poco desarrollo. El material parental de dicho suelo corresponde a la arenisca infrayacente. El alto contenido en hierro y presencia de minerales de pirita en matriz podrían señalar una fuente volcánica cercana. Este argumento es válido a sabiendas que las areniscas de la Formación Ita Pytã Punta son intruidos en numerosos lugares en el área metropolitana de Asunción por los cuerpos ígneos de la Provincia Alcalina de Asunción (Comin-Chiaramonti et al., 1991).

Sin los trabajos del Proyecto Metrobus no hubiese sido posible reconocer estas areniscas en el lugar señalado. Esta exposición ya fue cubierta por piedra triturada a una semana de haber visitado el lugar y ya no es posible visualizar. No se descarta localizar otros lugares con estas manifestaciones a lo largo de la Ruta Mariscal Estigarribia donde el Proyecto Metrobus sigue operativo.

El área metropolitana se establece mayormente sobre las areniscas de la Formación Ita Pytã Punta. Mediante este reconocimiento se comprueba una continuidad del mencionado substrato rocoso hacia el Este al menos hasta este sector del Gran Asunción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bosio J. 2008. Las arenas cementadas de Asunción. Anales de la Academia Nacional de Ingeniería. Buenos Aires Tomo IV.
- Gomez Duarte, D. 1991. Consideraciones Morfoestructurales y Estratigráficas de la Antiforma de Asunción y su Relación con la Exploración de Aguas Subterráneas. 1er. Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay. Asunción. Paraguay. 131-146 pp.
- Tarbuck E. & Ludgens F. 2005. Ciencias de la Tierra. Págs. 187, 190-191. Editorial Prentice Hall. 6° Edición. Madrid. ES. 736 pp.

ARGUMENTOS GEOLÓGICOS ACERCA DEL ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL ACANTILADO DE CAMBA JHOPO – VALLEMI, PARAGUAY.

M. Gadea¹, P. Benitez².

¹Encargado de Cátedra - Petrología Sedimentaria. Departamento de Geología, FaCEN - UNA. E-mail de contacto: moi7moses@yahoo.com

²Carrera de Geología. Departamento de Geología, FaCEN - UNA.

RESUMEN

Se propone el modelo morfogenético para el origen del acantilado de Camba Jhopo como el accionar del oleaje marino del mar Chaqueño durante el Cenozoico Superior que consumía los acantilados calcáreos en sentido E-W hasta la zona de Centurión Cue. La hendidura en la base del acantilado es una incisión horizontal de formación reciente, producto de una corrosión-disolución de los calcáreos por las aguas del río Paraguay desde el tiempo de su aparición hasta el presente. Por sucesión de eventos, se propone la edad de la hendidura como el Holoceno Inferior – Medio.

INTRODUCCIÓN

El acantilado de Camba Jhopo (Figura 1) se encuentra en el flanco occidental del cerro Vallemi en la localidad homónima en el extremo Noroeste del departamento de Concepción, a orillas del río Paraguay y próximo a su confluencia con el río Apa según las coordenadas geográficas -22.188134° ; -57.968944° .



Figura 1. Acantilado de Camba Jhopo

Camba Jhopo es la localidad tipo de la unidad geológica conocida como Formación Camba Jhopo, perteneciente al Grupo Itapucumí; datado por sus registros fosilíferos marinos como del Ediacariano (Boggiani & Gaucher, 2004). Se posiciona como estrato superior de la Formación Vallemi e inferior de la Formación Cerro Curuzú, todos ellos pertenecientes al mismo Grupo (Warren, 2011).

El río Paraguay

Gómez (2018. Comunicación verbal) propone el origen de los lineamientos de estos acantilados como consecuencia de la reactivación tectónica durante el Pérmio-Triásico. La reactivación Waldense configuró morfoestructuralmente los calcáreos para su modelado erosivo posterior y el río Paraguay adecuó su trayectoria según los fracturamientos en la zona.

Paleontología

Los depósitos fosilíferos desordenados y desarticulados de diversas especies en los cursos hídricos en la cuenca del río Paraguay sugieren que estos animales fueron extintos y luego transportados desde el momento de la aparición del río Paraguay y el desarrollo de los demás cursos hídricos contemporáneos, lo cual presupone una edad de Holoceno Inferior - Medio (11.700 – 4.200 años) para el río Paraguay.

RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Existen suficientes evidencias para suponer una presencia marina reciente en la zona. La propuesta en cuanto al origen del barranco de Camba Jhopo y sus congéneres a orillas del río Paraguay: como el resultado de la acción máxima del oleaje del mar Chaqueño (Miraglia, 1965) durante el Mioceno Medio – Superior, que consumía los paleoacantilados litorales calcáreos en sentido Oeste – Este (Figura 2)

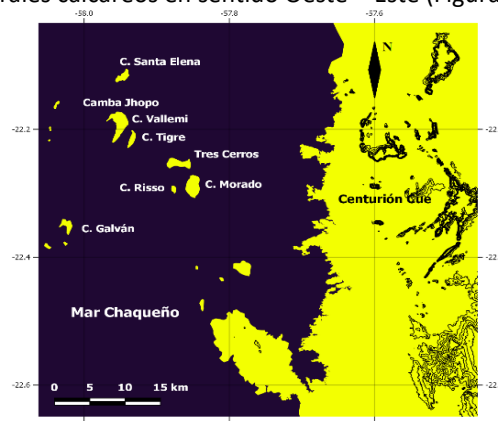


Figura 2. Modelo Paleogeográfico de Camba Jhopo y alrededores durante el Mioceno Medio - Superior

Es de considerar que el río Paraguay no podría haber desarrollado el acantilado como se expresa espacialmente en el tiempo presente, porque sus paleoniveles máximos se encuentran bien delineados que no alcanzan ni el 20% de la altura total del macizo. Agregando a esto, tampoco habrá tenido suficiente tiempo para modelar ese barranco con semejante extensión y empinamiento.

El río Paraguay ha consumido el sector basal del macizo rocoso, desarrollando una incisión lateral en forma de gruta sobre un plano de falla. El inicio del desarrollo de dicho karst no podría ser de mayor antigüedad que la aparición del río Paraguay, esto es, durante el Holoceno Inferior-Medio (11.700 – 4.200 años) y ha evolucionado desde entonces hasta el presente.

Podría especularse que la hendidura ya existía antes de la aparición del río Paraguay. Sin embargo, las marcas de los niveles hidrométricos máximos coinciden con el techo de la cavidad, aun considerando que las ondulitas y los lapiaces en su interior podrían haberse formado en otro tiempo anterior; por ello se propone el argumento de las aguas del río Paraguay como agente disolvente y erosivo en la base del acantilado para el desarrollo de la gruta.

CONCLUSIONES

Existen evidencias de una presencia marina en la zona de Vallemi. El acantilado de Camba Jhopo se origina por acción del oleaje marino del mar Chaqueño socavando las calizas hacia el levante (propuesta). El río Paraguay es de origen reciente y no tendría el suficiente tiempo para modelar el barranco. Agregando a esto, el río en sus tiempos de crecidas no alcanzó la mitad del paredón calcáreo, según se observa en las oscilaciones de los paleoniveles con sus máximos bien delineados en las rocas que fueron lavadas en sus zonas de interacción con el río.

El desarrollo de la hendidura es preferentemente Holocénico, y su momento paróxico de disolución durante el Holoceno Inferior – Medio, considerando que el río podría ya haber aparecido en el tiempo del Pleistocénico Superior en sus finales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assine M. 2003. Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-Grossense Centro Oeste do Brasil. Tese de libre docencia. Departamento de Geología, UNESP.
- Orfeo O. 2005. Historia Geológica del Iberá, Provincia de Corrientes, como Escenario de Biodiversidad. Págs. 71-78. INSUGEO, Miscelanea 14. Tucumán. AR.
- Orué D. 1996. Síntese da geologia do Paraguai Oriental, com ênfase para o magmatismo alcalino associado. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 163 p.

EVALUACIÓN DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD POR FENÓMENOS DE DESLIZAMIENTO O DERRUMBE DE LADERAS DEL CERRO PERÕ, PARAGUARÍ

Adriana Maria Garcia Mereles¹

¹E-mail de contacto: agarciamereles@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los problemas de inestabilidad y fenómenos de derrumbe de taludes, no son eventos muy comunes en Paraguay, no se tienen muchos antecedentes de la ocurrencia de los mismos, sin embargo, el hecho de que no se presenten estos fenómenos frecuentemente no significa que no haya probabilidades de que ocurran, especialmente en aquellos lugares que reúnen las características de vulnerabilidad.

Los deslizamientos es el producto de las condiciones geológicas, hidrológicas y geomorfológicas y la ocurrencia de estos fenómenos está ligado a muchos grados de incertidumbre debido a que estos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, materiales, restricciones geológicas, etc. (Suárez Díaz, J. 2009).

El mismo autor mencionado en el párrafo anterior sugiere la importancia de los siguientes conceptos; el riesgo, una medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, la salud, la propiedad y el medio ambiente. Los elementos en riesgo, la población, propiedades, obras de infraestructura y medio ambiente. La vulnerabilidad como el grado de probabilidad de pérdida de un determinado elemento o grupo de elementos dentro del área afectada.

Dentro de los aspectos geológicos y geomorfológicos relacionados a los deslizamientos se debe tener en cuenta los movimientos en masa como procesos esencialmente gravitatorios, por los cuales una parte de la masa del terreno se desplaza a una cota inferior de la original, ligado a esto se encuentran los factores que influyen en los procesos gravitatorios, dentro de los cuales se citan: el ángulo de la pendiente, la meteorización y el clima, el contenido de agua, la vegetación y la sobrecarga. (Monroe, *et al.*, 2008).

El Cerro Perõ, ubicado en la zona urbana de la ciudad de Paraguari en el Departamento que lleva el mismo nombre, con una elevación aproximada de ciento ochenta y siete metros, posee ciertas características importantes, como las ya mencionadas anteriormente, que hacen suponer que el riesgo existe, razón por la cual el objetivo general de esta investigación fue evaluar el riesgo y la vulnerabilidad del Cerro Perõ a experimentar este tipo de fenómenos.

GEOLOGÍA LOCAL

El afloramiento más característico de los fanglomerados del Grupo Asunción se localiza en el Cerro Perõ, en la ciudad de Paraguari. Está constituido principalmente por rocas del tipo fanglomerádicas. Gran parte del perfil del mismo muestra un elevado contenido de bloques y fragmentos de rocas ígneas mesozoicas alteradas, que en algunos casos preservan vestigios de texturas originales. Especialmente en la base se observa un alto contenido de este material ígneo alterado (caolinizado). En el techo un notable aumento de material siliciclástico de proveniencia paleozoica completa el perfil. (González & Bartel. 1998).

CLIMA Y VEGETACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El clima y la vegetación son característicos para áreas específicas, diferenciándose principalmente en las zonas elevadas de los valles. Presentan más bien un clima seco y ventoso, y que por escases de suelo desarrolla una vegetación arbustiva y gramínea. Los valles de Acahay e Ypacaraí normalmente húmedos desarrollan vegetación gramínea y hasta arbustiva, en casi toda su extensión. (González & Bartel. 1998).

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para realizar una evaluación del Cerro Perõ y conocer más detalladamente sus condiciones se llevaron a cabo análisis físico y químico de suelo como también análisis geotécnicos. Para dichos análisis las muestras fueron tomadas de las laderas este y oeste.

Los valores obtenidos en el análisis de suelo realizado en Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) resultaron con un bajo nivel de micronutrientes, lo que podría explicar la escases de vegetación en una parte del Cerro. La textura de los suelos fue descrita como arcillosa en el lado este y franco arcillo arenosa en el lado oeste.

Por su parte las muestras de roca maciza, no alteradas, fueron tomadas de los mismos puntos y de ellas se analizaron la resistencia a la compresión, en el Instituto Nacional de Tecnología Normalización y Metrología (INTN), resultando valores de 500 kg/cm² y 653 kg/cm² respectivamente, valores que corresponden a una resistencia media según la siguiente tabla:

Resistencia (Kg/cm ²)	Condición	Descripción
400 a 800	Resistencia media	Rocas sedimentarias competentes e ígneas cuarzosas de densidad un poco baja.

Fuente: Chávez, J. M. 2006. (ST informe ISRM, Comité LDP, 1973, ASTM D3148-86).

Grado de Susceptibilidad.	Criterio.
Moderada	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos pero no existe completa seguridad de que ocurran.

Fuente: Kanungo, D. P., 1993.

Se analizaron también otros puntos como la elevación del Cerro Peró (187 metros), el ángulo de la pendiente de la ladera más inclinada ubicada en el lado este (73°), la media anual de precipitaciones de la Ciudad de Paraguarí (1502,19 mm), los barrios más cercanos que rodean el cerro y que pudiesen ser afectados por un eventual evento de deslizamientos (Barrio Estación, Fátima, San Blás II y Santa Catalina, algunos habitantes de estos barrios citados fueron encuestados para conocer su percepción en cuanto al tema abordado y por último realizando averiguaciones en la Municipalidad de dicha ciudad también obtuvo la información de que en la década de los 60 en el Cerro Peró se iniciaron actividades de explotación con el fin de utilizar los materiales extraídos para la construcción de la Ruta N° 1, quedando el Cerro, luego del cese de la explotación, con daños tanto ambiental como paisajístico.

CONCLUSIÓN

En la investigación realizada se identificaron los factores que rigen la estabilidad del Cerro Peró constatando que la más influyente es la cantidad de precipitaciones característicos de área estudiada y lo que este a su vez desencadena, como ser la meteorización generalizada y la saturación de los suelos, especialmente el de textura arcillosa que resulta bastante inestable cuando se encuentra saturada.

Por otro lado, se analizó la incidencia de los materiales constituyentes, si bien los macizos rocosos resultaron medianamente resistentes, existen demasiadas rocas alteradas y sueltas, y como hay que considerar a estos materiales como un conjunto se puede decir que la cantidad de rocas meteorizadas excede a las rocas de alta resistencia, por ende, de acuerdo a los criterios de susceptibilidad de (Kanungo, D. P., 1993), el Cerro Peró encaja en un nivel de susceptibilidad moderada.

La determinación de las áreas vulnerables, que son cuatro barrios con numerosas viviendas, propone que ante todo lo mencionado, se debería considerar éstos criterios y de esa manera reconocer la importancia del estudio de riesgos y vulnerabilidad no sólo en el caso del Cerro Peró sino también en todo aquel que reúna estas características en cualquier punto del país.



Ladera al Este del Cerro Peró.



Ladera al Oeste del Cerro Peró.

GEOTURISMO EN EL CERRO YAGUARÓN, CIUDAD DE YAGUARÓN, DEPARTAMENTO DE PARAGUARÍ

Romina Mariel Celabe Gaona

Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNA. Email de contacto: romicelabe94@hotmail.com

El Cerro Yaguarón, objeto del presente estudio se encuentra en la ciudad del mismo nombre, en el Departamento de Paraguarí. Este cerro presenta elementos naturales y culturales que lo hacen interesante para su estudio científico y en particular para el turismo. Desde el punto de vista geológico está constituido por la Formación Patiño y forma parte del relleno del Rift de Asunción. Así mismo, se caracteriza como un Cerro Testigo, generado por la resistencia a la erosión por su alto grado de silicificación. Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general la caracterización del Cerro Yaguarón como atractivo turístico, así mismo promover el geoturismo sustentable con una categorización para su protección. Con este estudio se pudo determinar que existe una modificación antrópica, principalmente por la visita masiva de turistas al lugar y cambio de uso de la tierra. Según sus características físicas y culturales, la categoría que puede ser aplicada para su preservación correspondería a "Paisajes Protegidos", categoría otorgada por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, del Ministerio del Medio Ambiente.

Palabras Claves: *Cerro Yaguarón, Geoturismo.*



Figura 1. Vista panorámica del Cerro Yaguarón.



Figura 2. Detalle macroscópico de la Formación Patiño en el Cerro Yaguarón.

GEOTURISMO EN EL PARAGUAY: ESTADO ACTUAL

Moisés Gadea¹ & Pedro Benítez¹

[#]Publicado en el Boletín del Museo de Historia Natural del Paraguay. Junio 2018.

¹Departamento de Geología, FaCEN-UNA.

¹E-mai de contactol: moi7moses@yahoo.com & pbenitez@hotmail.com

RESUMEN

En el Paraguay, el geoturismo es una disciplina en ciernes, aunque en lugares bien específicos ya se lo ha estado practicando hace algunas décadas englobadas dentro del ecoturismo, pues tipológicamente se encuentran emparentados y pertenecientes al dominio del turismo natural. Los recursos turísticos del Paraguay son de los más diversos, y en este sentido, en el presente trabajo se destacan y difunden algunos de los elementos naturales con rasgos geológicos, geomorfológicos o geoformas, distribuidos en la geografía autóctona, que puedan presentar un potencial para actividades turísticas, y de ese modo incluirlos en el ya conocido circuito turístico nacional. Aunque reconocemos que aquí presentamos un inventario exploratorio más bien somero e inconcluso de posibles geodestinos para el desarrollo del geoturismo en el Paraguay, destacamos una importante geodiversidad, que conforma el patrimonio geológico nacional, y que podría ser preservada, difundida y visitada

INTRODUCCIÓN

El geoturismo relaciona a la geología con las actividades del turismo (Newsome, 2006), y este término ha estado en uso desde principios de la década de 1990, a pesar de que sus actividades precursoras pueden remitirse al Siglo XVII (Ngwira, 2015). Es el turismo que mantiene y refuerza la identidad de un territorio, tomando en consideración su geología, ambiente, cultura, estética, patrimonio y el bienestar de sus residentes (Congreso Internacional de Geoturismo, 2011). Sitúa a la geología y geomorfología como componentes centrales con el enfoque principal de turismo de interés.

El geoturismo ocurre en el ambiente natural., por lo tanto, puede ser considerado como parte del área del turismo natural y ecoturismo, pero se trata de una forma especializada de turismo en el cual el foco de atención es el geositio. Las maravillas geológicas de la Tierra siempre han fascinado a la gente, y eso sustenta la base para el establecimiento de Áreas Protegidas y Sitios de Patrimonio Mundial (Newsome, 2006).

RESULTADO Y ANÁLISIS

El geopatrimonio nacional es numeroso, de lo más variado, no del todo explorado o conocido, ni mucho menos registrado oficialmente desde la visión del geoturismo. Este acervo incluye elementos geológicos, geomorfológicos, paleontológicos, tectónicos y volcánicos, muy llamativos cuando se los aprecia y que merecen amplio destaque.



Cerro Akangue en Amambay

En el Paraguay existen lugares verdaderamente notables en su carácter de geositios en atención a lo llamativo que resultan a la vista. Varios de ellos han sido visitados con asiduidad (y en aumento) por turistas nacionales y extranjeros, así como por estudiantes de diversos puntos del país (González, 2017. Comunicación verbal).

El incremento de visitas a geositios es coincidente con la aparición del turismo alternativo (sobre todo en el Siglo XXI) en su versión de ecoturismo, turismo ambiental y/o turismo natural y por el ingente aumento de difusión de opciones de turismo a través de internet (Newsome, 2006). Cabe destacar que, en varios puntos del país frecuentemente visitados en carácter de turismo, el aditamento natural destacable que genera atracción es el geológico. Sin los elementos geológicos notables, tal vez esos lugares no serían tenidos en cuenta como destinos turísticos.

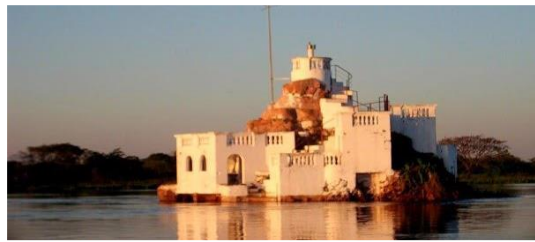


Complejo Alcalino Cerro Acahay.

Se resalta una importante geodiversidad, que conforma el patrimonio geológico nacional, y que podría ser preservada, difundida y visitada. Existen elementos jurídicos alusivos a la preservación de los recursos naturales y culturales. El Artículo 81 de la Constitución Nacional (1992) se pronuncia a favor de la conservación del Patrimonio Cultural en sus diversas formas.

CONCLUSIONES

Existe importante geodiversidad en Paraguay en el que podría consignarse como geositos para geodestinos turísticos; prominentemente en su Región Oriental. Se han propuesto más de un centenar de lugares como potenciales objetivos geoturísticos, que involucran a los más variados tipos de rasgos geológicos. Esta geodiversidad consiste en elementos geomórficos de varios ambientes, paleontológicos, mineros, tectónicos y volcánicos, en muchos casos asociados a escenarios naturales notables. Se desconoce la totalidad del recurso geoturístico en el Paraguay porque existen lugares recónditos, y aún queda mucho por recorrer y explorar, entonces el inventario preliminar propuesto seguramente será de mayor extensión en el futuro.



El Peñón en Piquete Cue, Limpio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acerenza, M. 2006. Conceptualización, Origen y Evolución del Turismo. Editorial Trillas. México DF. MX. 116 pp.
- Allan, M. 2015. Concepts Related to Geotourism (tourism with a geological purpose) International Association for Promoting Geoethics. 12 pp.
- Newsome D. 2006. Geotourism. Elsevier Butterworth-Heinemann. Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP. 30 Corporate Drive, Burlington, MA 01803. Págs. 3-7, 12-16, 243
- Ngwira P. 2015. Geotourism and Geoparks: Africa's Current Prospects for Sustainable Rural Development and Poverty Alleviation Springer International Publishing Switzerland 2015. E. Errami et al. (eds.), From Geoheritage to Geoparks, Geoheritage, Geoparks and Geotourism, DOI 10.1007/978-3-319-10708-0_2. Pág. 25.

MANIFESTACIONES VOLCÁNICAS DE LA PROVINCIA ALCALINA DE ASUNCIÓN EN LA URBANIZACIÓN SURUBÍ

Gadea M.¹, Colmán A.², Benítez N.³, Celabe R.⁴, Vera R.⁵, Noguera G.⁶, Arvez Y.⁶, Ayala H.⁶, Benítez P.⁶, Bogarín Y.⁶, Campaya M.⁶, Franco K.⁶, Godoy I.⁶, Guillen L.⁶, Ramoa H.⁶

¹ Encargado de Cátedra – Petrología Sedimentaria. Departamento de Geología, FaCEN – UNA.

² Laboratorio de Paleontología. Departamento de Geología, FaCEN – UNA.

³ Instituto Geográfico Militar. Geóloga.

⁴ Geóloga Asociada. Departamento de Geología, FaCEN – UNA:

⁵ Proyecto CONACyT – FaCEN. Paisajes Gondwánicos del Paraguay.

⁶ Estudiante Universitario - Geología. Departamento de Geología, FaCEN Naturales – UNA.

E-mail de contacto: moi7moses@yahoo.com

RESUMEN

Se reporta exposición de nefelinitas con xenolitos mantélicos pertenecientes a la Provincia Alcalina de Asunción, acompañados por vulcanoclastos anteriormente descritos como Formación Lambaré, localizados en la Urbanización Surubi y. En el lugar también se verifica presencia de areniscas columnares asociados a los cuerpos ígneos. El emplazamiento magmático se posiciona en discordancia estratigráfica con respecto a las areniscas del Grupo Asunción y los depósitos aluviales no consolidados del Cuaternario, coincidentes con una de las fracturas del eje principal del rift de Asunción. La presencia del material piroclástico señala actividad volcánica, como sus contemporáneos y consanguíneos de Lambaré, Tacumbú, Ñemby y otros relacionados, que integran la Provincia Alcalina de Asunción.

INTRODUCCIÓN

La Urbanización Surubí se encuentra a aproximadamente a 17 km al NE de la ciudad de Asunción, en el extremo noroccidental del departamento Central. Comparte superficie con los municipios de Limpio y Mariano Roque Alonso. Se encuentra surcado por el arroyo Ytay, limitado al Norte por el riacho San Francisco El acceso a dicho predio se encuentra sobre la Ruta N°3 en su margen izquierdo en el trayecto hacia la ciudad de Limpio (Figura 1).

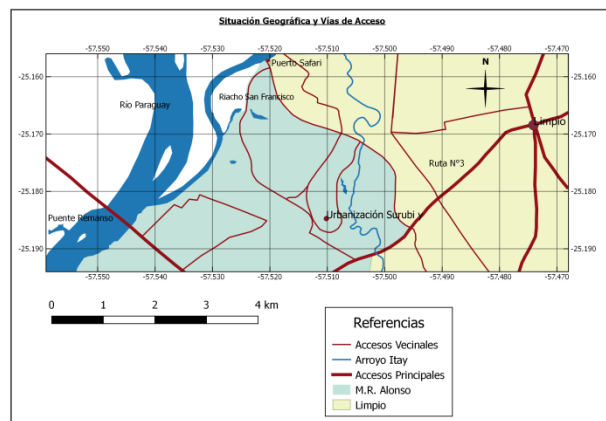


Figura 1

RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Geología

Se han localizado exposiciones de nefelinitas (Figura 2) con xenolitos mantélicos (Stormer et al., 1975) de la Provincia Alcalina de Asunción (Riccomini et al., 2001) en discordancia con rocas sedimentarias del Grupo Asunción a escasos metros del margen izquierdo del arroyo Itay en la Urbanización Surubí. Nefelinita con textura afanítica, melanocrática y con xenolitos alterados en matriz.



Figura 2

Sección delgada de la Nefelinita. Descripción.

Nefelinita con textura porfiritica en una matriz microcristalina con minerales euhédricos a subhédricos de Olivino (Forsterita, parcialmente meteorizados a Iddingsita), Ortopiroxeno (Hiperstena), Clinopiroxeno (Augita y Diopsido), Nefelina y Plagioclasas. Subordinadamente vidrio volcánico y minerales opacos (Figura 3).

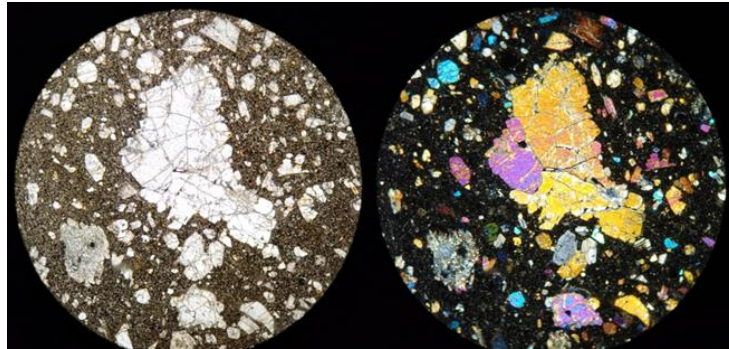


Figura 3

Vulcanoclastos

Fueron descritos como de la Formación Lambaré (Gómez Duarte, 1991). Son los materiales piroclásticos (Figura 4) de diversas granulometrías expulsados durante erupciones volcánicas del Cenozoico Inferior.



Figura 4

Areniscas columnares

Cabe destacar la presencia de areniscas columnares en un pequeño emplazamiento restringido del tipo Cerro Koñ. Sus prismas presentan gran desarrollo y se encuentran muy próximos a los afloramientos de nefelinitas y vulcanoclastos.

CONCLUSIONES

Los emplazamientos de nefelinita y sus asociados sedimentos vulcanoclásticos corresponden a la Provincia Alcalina de Asunción. Estas manifestaciones se disponen en discordancia estratigráfica con respecto a las areniscas del Grupo Asunción y los depósitos aluviales no consolidados del Cuaternario.

La presencia del material piroclástico señala actividad volcánica, como sus contemporáneos y consanguíneos de Lambare, Tacumbu, Ñemby y otros relacionados, que integran la Provincia Alcalina de Asunción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gomez, D. 1991. Consideraciones Morfoestructurales y Estratigráficas de la Antiforma de Asunción y su Relación con la Exploración de Aguas Subterráneas. 1er. Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay. Casa de la Cultura, Asunción. Paraguay.
- Riccomini C., Velázquez V., Barros G. 2001. Cenozoic Lithospheric Faulting in the Asunción Rif, Eastern Paraguay. *Journal of South American Earth Sciences* 14 (2001) Págs. 625 – 630. Sao Paulo. BR.
- Stormer J., Gomes C., Torquato J. 1975. Spinel Lherzolite Nodules in Basanite Lavas from Asunción, Paraguay. Pág. 1. *Revista Brasileira de Geociencias*. Vol. 5.

CAAPUCÚ: UNA CIUDAD CONSTRUIDA SOBRE UN CAMPO DE NÚCLEOS DE ROCA (CORESTONES) EN EL PARAGUAY ORIENTAL

Christian Colman¹, Ricardo Souberlich¹, Yennifer Sarubbi², Derlis Vera², Yamila Bogarin², Néstor Salinas³, Oscar Martínez⁴, Jorge Rabassa⁵

¹Laboratorio de Paleontología. Departamento de Geología. FACEN – UNA. paleontologia@facen.una.py

²Proyecto “Paisajes Gondwánicos del Paraguay Oriental”. Departamento de Geología. FACEN-CONACYT.

³Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. FACEN – UNA.

⁴Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. UNPSJB. Esquel – Argentina.

⁵Centro Austral de Investigaciones Científicas. CADIC – CONICET.

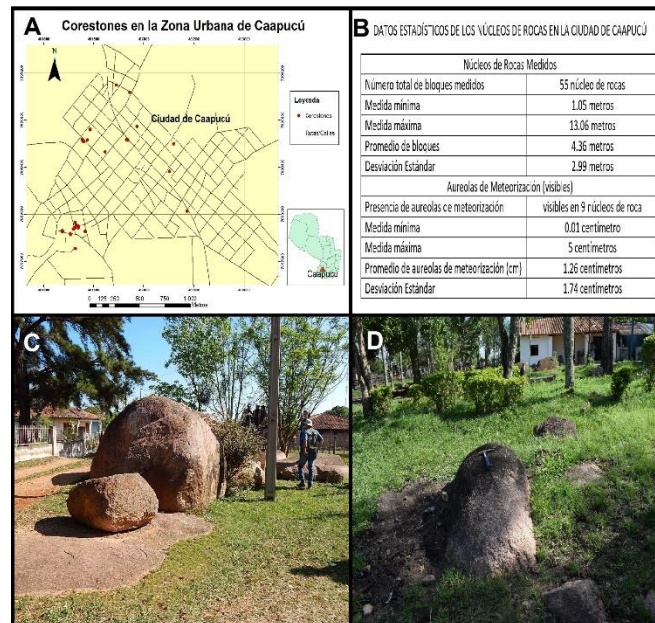
Caapucú es una ciudad de 15.937 habitantes (2017), ubicada en el Paraguay Oriental, que se halla emplazada sobre un campo de núcleos de roca o corestones de gran extensión, constituyendo uno de los pocos ejemplos geomorfológicos urbanos de este tipo. El sustrato sobre el cual se han desarrollado los corestones se corresponde con el Complejo Río Tebicuary y la Suite Magmática Caapucú de edad precámbrica (Delío et al. 1996 y Cubas et al. 1998). En el presente resumen se presentan los resultados de las primeras observaciones realizadas en el sitio, las cuales se enmarcan en el Proyecto “Paisajes Gondwánicos del Paraguay Oriental”, PINV 15 766.

Se realizaron observaciones geológicas y geomorfológicas de detalle que consistieron en identificar los bloques, medirlos, determinar sus formas, el grado de enterramiento, las litologías involucradas y el grado de alteración de la roca. La ejecución de estas tareas debió sortear las limitaciones propias de trabajar en un área absolutamente urbanizada. Se elaboró, además, la cartografía correspondiente, a una escala adecuada a las dimensiones del sector estudiado (aprox. 5.500 km²).

Los estudios realizados permitieron confirmar la presencia de un mínimo de 37 bloques aislados y otros 25 que se distribuyen en diferentes grupos que conforman tors. Los bloques son característicamente redondeados a subredondeados y sus diámetros varían entre 1 m y 13 m. La composición es, sin excepción, granítica, del tipo Barrerito, que corresponden a granitos rosados de granos gruesos a medios, de textura fanerítica en partes porfirítica, con cristales de feldespato potásico rosa subhedrales, plagioclasas blancas euhedrales oportunamente zonados y cuarzo anhedral, se observan también minerales ferromagnesianos en menor proporción, (biotita y hornblenda) en ocasiones alterados. Son frecuentes los diques de aplitas, pegmatitas, riolitas, microgranitos y vetas de cuarzo.

El gran tamaño de los bloques no permite aceptar que su buen grado de redondeamiento se deba a procesos de transporte y erosión. Se interpreta que este característico rasgo superficial se debe a meteorización química profunda, probablemente bajo condiciones ambientales varias veces más cálidas y húmedas que las actuales y que estos afloramientos de granito representan el antiguo frente de meteorización. El paisaje actual, sobre el cual se ha fundado la ciudad de Caapucú, sería el producto, entonces, de alteración química y profunda de la roca, quizás durante el Mesozoico, y su posterior exhumación, durante el Terciario, lo que habría favorecido la movilización de la cubierta meteorizada (seguramente hacia la Cuenca Chaco-Paranaense) y la exposición de la roca fresca inalterada. Para un mayor detalle sobre estos procesos geológicos en Sudamérica véase Rabassa y Ollier (2014) y los trabajos allí citados.

Debido a que los bloques graníticos estudiados no pueden ser removidos, las diferentes obras civiles que conforman la urbanización de Caapucú han debido adaptarse a esta limitante natural. Esto le confiere a la ciudad un interés que excede lo geológico y que se relaciona con aspectos urbanísticos, arquitectónicos y sociológicos.



A- Trama urbana de la ciudad de Caapucú y la ubicación de los núcleos de roca identificados en el presente trabajo. B- Datos obtenidos a partir de las mediciones realizadas a los núcleos de roca. C-Fotografía de corestones reposando sobre un frente de meteorización, conformando un pequeño paseo central. D- Fotografía de un corestone en una propiedad del área urbana de Caapucú

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cubas, N. Garcete, A. y Meinhold, K., 1998. Mapa geológico de la República del Paraguay. Escala 1:100.000. Hoja Villa Florida, 5468. Dirección de Recursos Minerales (MOPC). Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, 74 p. Asunción.
- Delio, D., 1996. Síntese da geologia do Paraguai oriental, com ênfase para o magmatismo alcalino associado. Tesis de Maestría, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 163 p. São Paulo. Brasil.
- Rabassa, J. y Ollier, C., eds., 2014. Gondwana Landscapes in southern South America. Earth System Science book Series, Springer Verlag, 545 p.

GEOMORFOLOGÍA DE LA CIUDAD DE ASUNCIÓN

Colman Christian¹, Gadea Moises², Souberlich Ricardo¹, Vargas Daniel¹, Ríos Sergio³

¹Laboratorio de Paleontología. Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNA. paleontologia@facen.una.py

²Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNA.

³Departamento de Arqueología y Paleontología. Dirección General de Bienes y Servicios Culturales. Secretaría Nacional de Cultura.

En la actualidad la Ciudad de Asunción (436057,05 E; 7203643 S), no cuenta con estudios detallados que reflejen sus características morfológicas, pero sin embargo su configuración está ligada directamente a los eventos tectónicos-magmáticos de la génesis de Rift de Asunción y a la posterior erosión fluvial intensa que afectó a estas superficies del Cenozoico.

Caracterizar geomorfológicamente la ciudad, mediante recopilación de informaciones descriptivas y la elaboración de mapas interactivos que nos permitan poder realizar interpretaciones a la zona de estudio corresponde a unos de los objetivos fundamentales de la siguiente propuesta de trabajo. El relieve general no presenta grandes variaciones fisiográficas, caracterizada preferentemente por lomadas pequeñas con pendientes suaves, de alturas promediadas en 100 msnm, mientras que las zonas más bajas corresponden a las planicies de inundación del río Paraguay con 50 msnm en promedio. Hidrográficamente el Río Paraguay proveniente del Nor-Este, que sería el cauce hídrico más importante del País, presenta un quiebre angular casi recto de dirección Sur-Este para luego bordear el pequeño Cabo Ita Pyta Punta (Mioceno Tardío – Plioceno Temprano). Esta fisionomía indica que se encontraría regida por una serie de fallas, lo cual se comprueba por las discordancias erosivas en ambos márgenes del río.

Las informaciones obtenidas se basan mayormente en recopilaciones de trabajos varios, acerca de la geología de áreas limítrofes de Asunción existentes en la actualidad y la toma de datos de elevación de terreno fueron comparados con los obtenidos mediante el programa Google Earth y el MDT fueron elaborados con el programa libres.

En base a la utilización y el procesamiento de los datos obtenidos, se pudo desarrollar un mapa planialtimétrico de la zona en la que se encuentra asentada la ciudad de Asunción. Logramos evidenciar la configuración fisiográfica de dicha ciudad, la cual acentúa una intensa erosión fluvial observada en sus colinas redondeadas. Los límites de agua o interfluvios identificados corresponderían a las zonas céntricas que separan las aguas de escorrentía en dirección a los llamados bañado sur y bañado norte. Los puntos más elevados o cerros, los relacionamos directamente con la geología ya que corresponden a rocas de intrusión de la Suite magmática Ñemby. Durante las temporadas de precipitaciones las zonas más elevadas sirven como zonas de recarga del conocido acuífero denominado “Patiño” y las cotas más bajas de acumulación de aguas de escorrentías se las considera como zonas de descargas de dicho acuífero, los cuales forman cortos tributarios que desembocan en el río Paraguay.

Finalmente, como nuestro país no cuenta con una tradición en estudios geomorfológicos y mucho menos aplicación de datos de elevación para realizar interpretaciones sobre modelado superficial de terreno, enfocado a la descripción de geoformas desarrolladas a partir de estas y su implicancia con la configuración actual, podemos agregar que esta propuesta de trabajo corresponde a los intentos iniciales de buscar desarrollar una temática tan importante dentro de las ciencias geológicas, el cual es la geomorfología. De esta manera queda abierta esta nueva temática de análisis y procesamientos de datos, para su aplicación en diversas áreas de estudios de modelados superficiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- C. Riccomini, V. Fernández Velásquez y C. de Barrios Gómez. Cenozoic lithospheric faulting in the Asunción Rift, eastern Paraguay. *Journal of South American Earth Science* 14(2001) 625 – 630.
- Dionisi, A. 1999. Mapa Geológico de la República del Paraguay. Hoja Caacupé 5470. Texto Explicativo. Dirección de Recursos Minerales. Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales. Asunción
- Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos. Atlas Censal del Paraguay. 2002.
- Filippi, V. y Báez, J. 2002. Correlación del Sedimento de Relleno del Rift de Asunción en el Valle de Acahay. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*, 14 (1-2): 98-105.
- Fúlfaro, V. 1996. Geología del Paraguay Oriental. Edusp/Fapesp, Sao Paulo, 17-29.
- González, M. y Bartel, W. 1998. Mapa Geológico de la República del Paraguay. Hoja Paraguari 5469. Texto Explicativo. Dirección de Recursos Minerales. Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales. Asunción.

SISMICIDAD DEL PARAGUAY

Caballero, R. Fugarazzo, M. Gadea, V. Figueres.

Laboratorio de Sismología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción.
E-mail de contacto: maxikballero@gmail.com

RESUMEN

Aspecto Geotectónico

La Región Oriental del Paraguay presenta características estructurales propias con las direcciones principales dominantes N-S y NW-SE. Y secundariamente, E-W. Las direcciones N-S corresponderían al evento tectónico más antiguo, ocurrido durante la evolución del ciclo orogénico Brasileño, asociado con la intrusión de masas graníticas. Las direcciones NW-SE parecen estar relacionadas genéticamente a la apertura del Océano Atlántico durante el Mesozoico, con una mayor evidencia radicada en la megaestructura localizada en la parte centro-oriental del país. Las direcciones NE-SW son consideradas como correspondientes o asociadas con eventos regionales que ocurren en la periferia del basamento durante la fase tardía del ciclo Brasileño” (Rossello *et al.*, 2006).

“La gran cuenca del Chaco puede ser considerada una cuenca compuesta (Levorsen, 1973), dado que los acontecimientos sedimentarios fueron acompañados por eventos tectónicos de gran porte que contribuyeron en gran manera a delimitar la misma y las sub-cuencas que la componen” (Gomez D., 1986).

La Cuenca del Chaco posee 4 Subcuencas (Figura 1), dos son Paleozoicas; las Sub-cuencas Curupaity y Carandaity separados por el Arco de Lagerenza, otra Subcuenca Pirity, Mesozoica, separado por el Alto de Boquerón y la Subcuenca Pilar, del Terciario (Castillo Clerici, 2018. Comunicación personal).

Según Wiens (2002), menciona también que el ciclo termotectónico Brasileño establece desde el Neoproterozoico al Cámbrico/Ordovícico un arreglo estructural con lineamientos hacia el noroeste y noreste, implementándose a una compleja imagen tectónica del Basamento Cristalino. Las fases epigenéticas del Caledoniano (Silúrico) y del Eoherciniano (Carbonífero) marcan suaves episodios compresionales, formando amplios domos estructurales. Una acentuada distensión tectónica a lo largo de los lineamientos estructurales establecidos, es el resultado del ciclo termotectónico Sudatlántico (Mesozoico). Acompañan magmatitas sinformacionales. Este evento causa una reorganización geotectónica del Paraguay, estableciendo a partir del Mesozoico dos principales unidades deposicionales: la Cuenca del Chaco y la Cuenca del Paraná. El ciclo termotectónico Andino (Cenozoico) registra reajustes estructurales más recientes y está acompañado por un magmatismo local.

Sismicidad Regional

Los autores Berrocal & Fernandes (1996), señalan que la actividad sísmica es producida por la interacción de la placa de Nazca y Sudamericana teniendo epicentros someros en los límites occidentales de Sudamérica, tornándose más profundos cuando los epicentros aparecen hacia el interior del continente.

Sismicidad local

“El Paraguay en su porción occidental el alto grado de sismicidad está relacionado con la subducción de la Placa de Nazca y en el resto de la región ocurren pequeños terremotos de baja intensidad del tipo intraplaca, los cuales pueden ser relacionados a sistemas de fallamientos antiguos presentes en formaciones cristalinas en la plataforma Sudamericana” (Berrocal & Fernandes, 1996).

Reflejos distantes

En Paraguay también se perciben sismos como reflejos distantes, especialmente en la ciudad de Asunción, que se funda sobre material sedimentario de la Formación Patiño; en sectores con presencia de cuellos volcánicos y diques, y sedimentos inconsolidados del Cuaternario (Ricommini *et al.*, 2001).

Debido a la configuración geológica de Asunción, las ondas sísmicas se amplifican durante su paso por el material blando y los edificios de Asunción se comportan de modo pendular, donde los sismos usualmente son sentidos con mayor fuerza en los pisos superiores.

La distribución de los daños a consecuencia de un sismo está influenciada por las modificaciones de las señales sísmicas, que éstas a su vez dependen de la geología y topografía del terreno, y consiste en la amplificación de dicha señal, a todo el conjunto de variables mencionadas se lo denomina efecto de sitio (Tsige, 2006).

Un aspecto importante es el fenómeno de resonancia, entre la vibración de los suelos y el edificio. Cada objeto (inclusive edificios) tiene un periodo de tiempo de oscilación natural. Cuando una onda sísmica generada en un terremoto (que también tiene una oscilación característica) alcanza la base de un predio, puede coincidir con su oscilación natural. En esos casos, surge un fenómeno denominado resonancia, en el cual ocurre transferencia de energía de un sistema oscilante a otro (Assumpção, 2008).

RESULTADOS

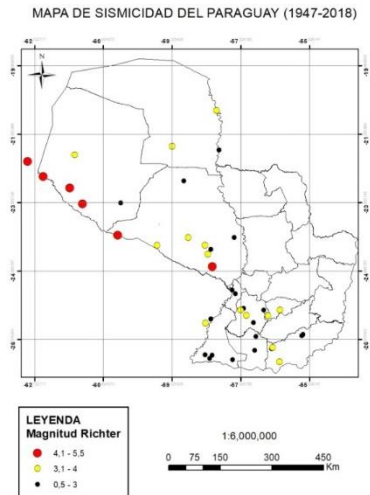


Figura 1. Distribución de epicentros en Paraguay.
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se pueden apreciar los eventos sísmicos en función a su magnitud, los de mayor magnitud en la región Occidental (círculos rojos), de magnitudes intermedias y menores en la Región Occidental Oriental (círculos amarillos y negros).

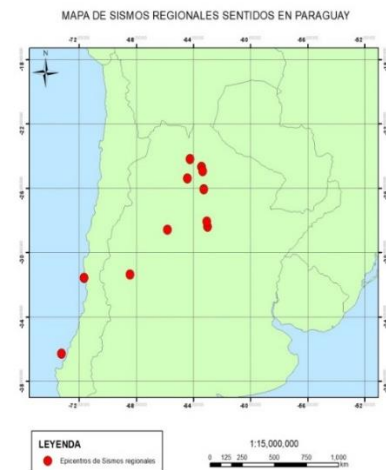


Figura 2. Sismicidad Regional percibida en Paraguay.
Fuente: Elaboración propia.

La figura representa los epicentros de sismos regionales sentidos en el territorio paraguayo.

CONCLUSIÓN

En el Paraguay existen sismos naturales producidos por dos fuentes distintas: Una por el proceso de subducción de la placa de Nazca y la placa Sudamericana, que generan sismos intermedios y profundos localizados en la porción Occidental del territorio, y otra regida por las estructuras presentes en la Región Oriental del Paraguay que dan lugar a eventos de profundidad somera.

Además de los epicentros registrados en el país también existen temblores percibidos en algunos edificios de Asunción a consecuencia de eventos cuyo origen no se dan en el territorio, sino en regiones vecinas. Estos eventos se manifiestan en conformidad a los efectos de sitio en la ciudad.

El peligro sísmico en el Paraguay es bajo, y no puede ser descartado totalmente. Se han verificado daños leves en edificios y viviendas como hechos puntuales. No será de extrañar si en el futuro ocurren sismos que causen daños menores y pánico en la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASumpção, M. 2008. Reflexos no Brasil de terremotos distantes. *Ciência hoje*, São Paulo. Brasil. 21-25p.
- Berrocal, J. & Fernandes, C. 1996. Sismicidad en Paraguay y regiones vecinas. *Edusp/Fapesp*, São Paulo. Brasil. 57-66p
- Castillo Clerici, A.M. 1986. *Reavaliação da Geologia do Paraguay Oriental*. Tesis Dr. São Paulo, Universidad De São Paulo, Brasil. 141p.
- Gómez, D. 1986. Contribución al conocimiento del Chaco paraguayo. 24p.
- Riccomini C., Velázquez F.V., Gomes C.B., 2001, Cenozoic Lithospheric Faulting in the Asunción Rift, *Journal of South America Earth Sciences*, 14 (2001), 625 – 630p.
- Rossello E., Veroslavsky G., De Santa Ana H., Fúlfaro V., Fernandez C., 2006. La Dorsal Asunción–Rio Grande. *Revista Brasileira de Geociencias*. 535-549p.
- Tsige, M. García Flórez, I. 2006. Propuesta de clasificación geotécnica del “Efecto Sitio” (Amplificación Sísmica) de las formaciones geológicas de la Región de Murcia. Universidad Complutense de Madrid. España. *Geogaceta* 39-42p.

LAS JUNTAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN EL PARAGUAY: UN ANÁLISIS DE SU GOBERNABILIDAD Y LOS FACTORES SOCIOCULTURALES Y JURÍDICOS QUE IMPACTAN EN EL MODELO Y SU INCIDENCIA EN LA GARANTÍA DEL DERECHO HUMANO AL AGUA

Villalba Vargas, Elida¹

Estudiante de doctorado (1) Becada por el Programa de Becas Carlos Antonio López, en la Universität St Gallen, St Gallen, Switzerland

El manejo comunitario del agua que inicialmente surgió en muchos países de Latinoamérica de una manera informal para dar soluciones al acceso al agua especialmente en zonas rurales ha tenido un crecimiento constante y cuenta con la opinión favorable de agencias internacionales de cooperación, ONGs, y del propio Estado. En lo que respecta al funcionamiento de estas organizaciones en el Paraguay, los datos estadísticos sólo indican la cantidad de personas con acceso al recurso, y no menciona de qué forma y en qué condiciones se accede al agua. Estos datos estadísticos no son homogéneos, a veces son contradictorios y no siempre están contrastados. Tampoco existe un mapeo del funcionamiento de estas organizaciones, y su capacidad para dar respuesta al derecho humano al agua.

La problemática del manejo comunitario del agua nos lleva a examinar en qué medida las Juntas de Saneamiento Ambiental en el Paraguay son un modelo efectivo para la gobernanza del bien común y para garantizar el derecho humano al agua.

El objetivo principal de la investigación es examinar en qué medida las Juntas de Saneamiento Ambiental en el Paraguay son un modelo efectivo para la gobernanza del bien común y para garantizar el derecho humano al agua.

Los objetivos secundarios son:

- (1) Determinar cómo la percepción del agua como bien público, de uso común o bien privado afecta al funcionamiento de las Juntas de Saneamiento Ambiental e incide en su éxito o fracaso.
- (2) Analizar si existe factores sociales que dificultan el acceso al agua, como ser: pobreza, discriminación, condiciones fácticas como la lejanía de una fuente de distribución.
- (3) Analizar si en la toma de decisiones de las Juntas de Saneamiento existen criterios participativos democráticos, e igual derecho para hombres y mujeres.
- (4) Estudiar el marco legal nacional e internacional para establecer si existe congruencia entre lo estipulado para proteger el derecho humano al agua y la capacidad efectiva que tienen estas organizaciones, Juntas de Saneamiento, para cumplirlas.
- (5) Analizar el papel de las autoridades en la supervisión, capacitación, y monitoreo durante el proceso de operación y mantenimiento de los sistemas de agua entregados a las comunidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicará el método cualitativo, utilizando diferentes fuentes de datos como entrevistas semi-estructuradas, entrevistas profundas (Yin, 2009), observación participante de las actividades de las Juntas de Saneamiento, revisión de documentos (programas, actas, folletería del gobierno) y análisis de la legislación aplicable a nivel nacional e internacional. Se utilizará el método de Estudio de Casos Múltiples (Yin, 2009; George y Bennet, 2005; Gummesson, 2000).

RESULTADOS

La investigación se encuentra en una etapa incipiente para sacar conclusiones definitivas. Sin embargo, los resultados obtenidos de la elección de los casos piloto y las entrevistas realizadas en el primer trabajo de campo indican que no existe una labor coordinada en el sector estatal para la provisión del agua. Las instituciones estatales tienen funciones que se superponen y no existe un canal de comunicación eficiente entre ellos. Las organizaciones comunitarias, sin embargo, son eficaces parcialmente en su cometido de brindar el servicio (Ostrom, 1990). Respecto a los estándares adecuados para el cumplimiento del derecho humano al agua (OBS 15, UNO), no siempre se cumple con la calidad adecuada.

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DEL ACUÍFERO PATIÑO A TRAVÉS DE LOS POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN

Andrea Natalia Ríos Benítez*, María Clara Rodríguez Gómez, Sandra Fariña, Mariela Belén Galeano López

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autora por correspondencia: an_riosbenitez@hotmail.com

El campus de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) posee como fuente de abastecimiento de agua a la formación geológica permeable del acuífero Patiño y utiliza diferentes pozos localizados en distintos puntos del predio. Resulta de gran trascendencia precisar datos de estos puntos para caracterizarlos y buscar un manejo sostenible de los recursos disponibles en áreas metropolitanas.

El objetivo general de la investigación buscó caracterizar de forma preliminar los pozos de extracción de agua pertenecientes al acuífero Patiño, ubicados en el campus la Universidad Nacional de Asunción; los objetivos específicos fueron: elaborar los mapas de distribución de facultades y uso de suelo del campus; determinar la ubicación de los pozos de extracción de agua en el campus; clasificar las aguas de los pozos de extracción según la cantidad de cationes y aniones presente.

El presente estudio fue del tipo observacional a través de la confección de productos cartográficos. Para los mapas de distribución de facultades y uso de suelo, se digitalizaron imágenes del campus extraídas de Google Earth en QGIS 3.2. Para la localización de los pozos de extracción de agua se recurrieron a trabajos previos donde se detallaban la localización de los pozos de extracción de agua existentes en el predio del campus. Posteriormente se procedió a georreferenciar los mismos con un GPS diferencial y se extrajeron los datos mediante el software TOPCON. Finalmente se procedió a realizar un análisis hidroquímico empleando como base de datos trabajos anteriores, para ello se tuvieron en cuenta los parámetros de cationes y aniones, así como las variables de conductividad, pH e iones disueltos.

Los resultados obtenidos fueron dos mapas bases de usos de suelo y distribución de facultades en el Campus y un mapa temático de pozos del campus de la Universidad Nacional de Asunción con datos gráficos de la cantidad de aniones y cationes presentes para el 64% de los pozos.



IDENTIFICACION DE LOS BARRIOS VULNERABLES A INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE VILLA FLORIDA

Derlis Ricardo Vera González

Carrera de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UNA. Email del autor: ricdervera@gmail.com.

RESUMEN

La Ciudad de Villa Florida ubicada a orillas del río Tebicuary, a 161 km de la capital del país Asunción, durante los meses en que se registran mayor registro de precipitación, desde los meses de octubre hasta marzo, el río Tebicuary experimenta un desborde considerable, ocasionando inundaciones en la ciudad. Principalmente se inundan los barrios que están ubicados en zonas topográficamente bajas. Villa Florida cuenta con 6 barrios de los cuales 5 están en zonas vulnerables a inundación. Cada barrio tiene distinto rango de vulnerabilidad teniendo en cuenta el asentamiento humano en dichas áreas inundables

INTRODUCCIÓN

La ciudad de La Ciudad de Villa Florida, Dpto. de Misiones está ubicada a orillas del río Tebicuary, se localiza a sur de la Región Oriental del Paraguay a 161 Km de Asunción, su principal vía de acceso es por la Ruta Internacional Nº1 Mcal. Francisco Solano López. El distrito de Villa Florida posee una superficie de total de 196 km², con una altitud media de 80 m s. n. m, una población total de 3.501 habitantes según proyecciones del censo 2012. Las coordenadas del distrito son 487146 E, 7079180 N, 21 J. Posee 6 barrios: Central, Manga Itá, Manga Yvyra, San Francisco, San Isidro y San Miguel, no posee compañías dependientes del distrito La ciudad de Villa Florida suele experimentar fenómeno de inundación, esto se debe a que gran parte de los barrios están asentados en zonas bajas y vulnerables a inundación, esto es debido a la falta de una buena planificación de ordenamiento territorial. La finalidad de este trabajo es de evaluar cómo afecta los impactos ocasionados por la crecida del Río Tebicuary en la ciudad de Villa Florida, así también caracterizar las zonas de riesgo e identificar a los barrios más vulnerables a inundación en la ciudad Villa Florida.

En Paraguay las inundaciones adquieren relevancia en áreas urbanas a partir de las décadas del 1970 cuando se intensifican los procesos de ocupación de suelo vinculados a las planicies naturales de inundación de ríos y riberas de arroyos urbanos. (Domecq; *et al* 2016)

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos de los niveles hidrométricos proporcionados por la Secretaria del Medio Ambiente (SEAM) y la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC), desde el año 2013 hasta el 2016, se verifico que el río Tebicuary experimenta inundaciones considerables generalmente en los meses de mayor registro de precipitación (desde octubre a marzo), de acuerdo a estos datos, el registro de mayor inundación fue en el año 2014 donde el río Tebicuary alcanzo un nivel hidrométrico de 5, 85 metros. De acuerdo a estos datos el río estuvo 3, 35 metros sobre su nivel normal. El nivel normal promedio del río es de 2,50 metros, aunque esto varía bastante debido al constante uso de la misma para el monocultivo de arroz. (Mongelos, 2016). Villa Florida cuenta con 6 barrios, de acuerdo a los resultados obtenidos 5 barrios quedan inundados cuando el río Tebicuary sobrepasa los 5 metros en su nivel hidrométrico, esto se debe principalmente a que los bordes de estos barrios esta en zonas topográficamente bajas cuya altura promedio es inferior a los 76 m. s. n. m.; generalmente estos barrios se ven inundados durante las crecidas del río Tebicuary. En la Fig. A, se puede observar el modelo 3D de la ciudad de Villa Florida que presenta relieves suaves cuya altura máxima es de 86 m. s. n. m.; rodeados por grandes llanuras de inundación del río Tebicuary cuyas áreas son ocupadas por las aguas durante el desborde del río. Estas llanuras de inundación según Cubas *et al* 1998 están compuestas por sedimentos arenosa, puzolanica y arcillosa. Constituyen depósitos de canales, meandros abandonados y planicies de inundación.

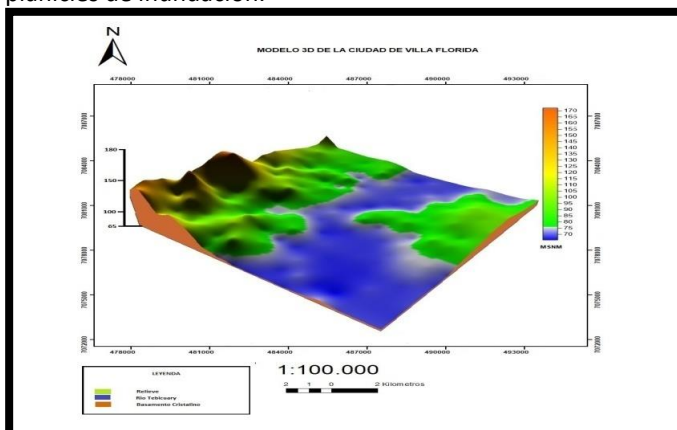


Figura A. Modelo 3D de la Ciudad de Villa Florida.

Teniendo en cuenta como parámetro el asentamiento humano que determina el grado de vulnerabilidad, para ello se recurrió al censo digital de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censo

(DGEEC), donde se determina el número de viviendas afectadas por las crecidas de aguas. De esta forma se verifica que son 5 barrios que se encuentran en zonas vulnerables a inundaciones (ver Fig B), en el barrio Manga Yvra se encuentra localizada la mayor cantidad de viviendas con total 330, de los cuales 16 viviendas se encuentran asentadas en zona vulnerable a inundación, el barrio Manga Itá están distribuidas un total de 247 viviendas, en los cuales 76 viviendas están asentadas en zona vulnerables a inundación que representa el 59% de las viviendas afectadas por la crecida del río Tobicuary.

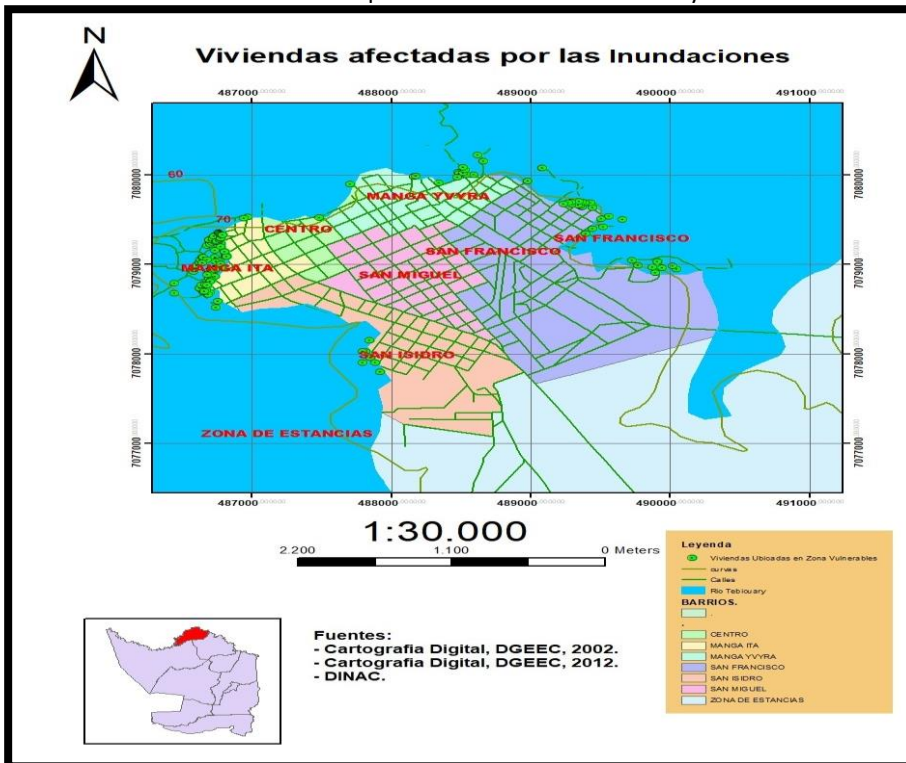


Figura B Mapa de viviendas afectadas por las inundaciones en la ciudad de Villa Florida. Escala 1.30.000.

De esta forma se demuestra que este barrio es el más vulnerable a la inundación, donde gran parte de las viviendas queda bajo aguas, el barrio San Francisco ocupa el segundo lugar donde están distribuidos la mayor cantidad de viviendas con un total 272, en cuando a su vulnerabilidad a la inundación, es el segundo barrio más vulnerable de Villa Florida, de las 272 viviendas distribuidas en este barrio, 27 están en zona vulnerables y lo que poseen menor índice de vulnerabilidad son los barrios San Isidro y Central. El Barrio San Isidro de las 272 viviendas distribuidas en la ciudad solo 7 viviendas se ven afectados por la inundación, en cuando al Barrio Central de las 97 viviendas distribuidas nada más que 2 viviendas son afectadas directamente por las inundaciones.

CONCLUSION

La ciudad de Villa Florida cuenta con una grave problemática que son las constantes inundaciones que suele experimentar el distrito donde son afectados sus distintos barrios durante el desborde del río Tobicuary, las cuales sus bordes se encuentran ubicados en zonas topográficamente bajas que corresponden a llanuras naturales de inundaciones del río Tobicuary. Los barrios tienen distinto rango de vulnerabilidad y se ve reflejado por el asentamiento la población en donde el barrio Manga Ita es el barrio de mayor rango de vulnerabilidad a las inundaciones y del menor rango es el Barrio Central. Del momento no existen medidas preventivas, pero si existen suficientes datos, como los datos de niveles hidrométricos, los datos de precipitación anual, como para poder realizar un sistema de alerta mitigar los impactos ocasionados por las inundaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Domecq, R. M., Perito, A., Chamorro, L., Avila, J.L., & Baez, J., 2016 Inundaciones en el Paraguay. Revista de la Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, ISSN 2410-0021. Asunción – Paraguay
- Cubas, N. V., Garcete, A., Meinhold, K. D., Benítez, J. C., Figueredo, L., González M. E., Burgahat, K. P., Höndorf, A., 1998. Mapa Geológico de la República del Paraguay, Escala 1:100.000, Hoja Villa Florida – Texto Explicativo. Archivo MOPC, Asunción.
- Mongelos, S., 2016. INFORME CUENCA DEL RIO TEBICUARY. PROYECTO PMSAS 77/10 – SEAM.

