



Exploraciones geológicas en el río Paraguay y su litoral durante las bajantes en los años 2020 y 2021 en el departamento Central – Paraguay

Geological explorations in the Paraguay river and its littoral during the descents in the years 2020 and 2021 in the Central department - Paraguay

Moisés Gadea^{1,*}, Maximiliano Caballero¹ & Rodrigo Osorio²

¹Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción. *E-mail: moi7moses@yahoo.com.

²Departamento de Educación a Distancia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción. E-mail: rosorio@rec.una.py.

Resumen.- Durante las sequías en los años 2020 y 2021 el río Paraguay experimentó bajantes severas, en las cuales numerosos macizos rocosos en su litoral fueron expuestos a la vista. Esta circunstancia fue aprovechada para realizar reconocimientos litológicos en siete lugares del departamento Central: en la zona de Villeta, donde se ha comprobado la presencia de lutitas, conglomerados, areniscas conglomerádicas de varios tipos y areniscas silicificadas a orillas del río. En Asunción, un islote conformado en superficie por brechas volcánicas, en las proximidades de Ita Pytã Punta, relacionable a un volcán extinto; en la bahía de Asunción, areniscas. En Limpio, la base de El Peñón ha quedado al descubierto y fue posible identificar siltitas columnares. Con esta experiencia, se concluye que las bajantes de los cursos hídricos debido a sequías facilitan las exploraciones geológicas en los litorales o en los cauces mismos de los ríos, que en condiciones hidrológicas normales no serían posibles.

Palabras Clave: Macizo rocoso, exposición, río Paraguay, bajantes.

Abstract.- During the droughts in the years 2020 and 2021, the Paraguay River experienced severe lows, in which numerous rocky massifs on its coastline were exposed to view. This circumstance was used to carry out lithological surveys in seven places from the Central Department: in the Villeta area, where the presence of shale, conglomerates, conglomerate sandstones of various types and silicified sandstones on the banks of the river. In Asunción, an islet made up on the surface by volcanic breccias in the vicinity of Ita Pytã Punta, related to an extinct volcano; in the bay of Asunción, sandstones. In Limpio, the base of El Peñón has been exposed and it was possible to identify columnar siltites. With this experience, it is concluded that the downspouts of the watercourses due to droughts facilitate geological explorations on the coasts or in riverbeds of the rivers, which under normal hydrological conditions would not be possible.

Key Words: Rocky massif, exposition, Paraguay river, downspouts.

Las exploraciones que dieron lugar a este artículo fueron llevadas a cabo en los meses finales de los años 2020 y 2021, especialmente durante la manifestación del efecto climatológico “La Niña” (Rohli & Vega, 2018), durante el cual el río Paraguay experimentó descensos hidrométricos muy importantes luego de mucho tiempo. En ese sentido, numerosos macizos rocosos fueron expuestos y algunos de ellos fueron reconocidos. El presente trabajo describe las litologías observadas, y también se establecen correspondientes correlaciones con las unidades geológicas ya oficialmente aceptadas.

Metodología

Se procedió a visitar los lugares de exposición de macizos rocosos. En cada sitio, por medio de un dispositivo de GPS, y complementariamente con imágenes satelitales de Google Earth Pro, se determinó superficie, perímetro aproximado y situación geográfica del despliegue de rocas. Así también, se reconocieron y muestrearon litologías, y con la ayuda de mapas geológicos y de recursos bibliográficos se comparan las exposiciones visitadas con las unidades regionales previamente señaladas.



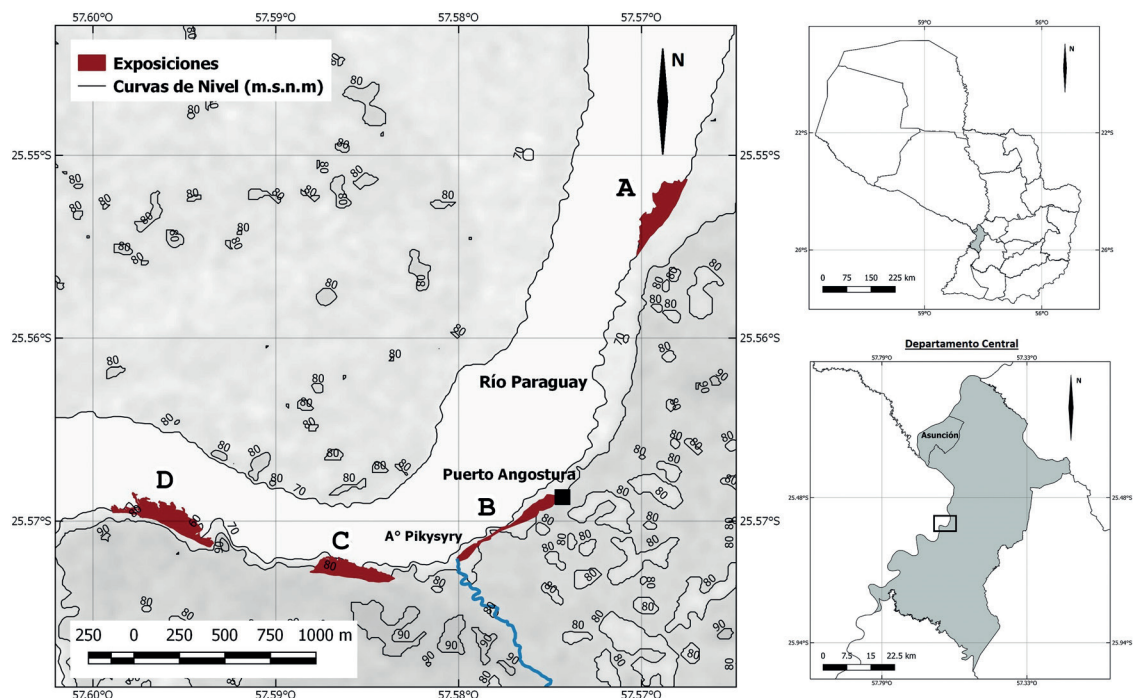


Figura 1. Lugares visitados en la zona del Puerto Angostura. A) Itapiru´i. B) Desde el Puerto Angostura hasta el arroyo Pikysyry. C) Itapiru 1. D) Itapiru 2.

Resultados

Zona de Puerto Angostura (Villeta)

Itapiru´i

Esta exposición queda en el predio de un balneario en forma de saliente semicircular (Fig. 1.A), y la coordenada geográfica aproximada del baricentro del macizo rocoso es: 25.553047°S y 57.568939°O. Las medidas de superficie y perímetro: 4.13 ha y 1.33 km respectivamente. Según el encargado del lugar, a este sitio pedregoso se lo denomina *Itapiru´i* (Fig. 2.A). Algunos escollos fueron reconocidos en el río.

La roca que conforma esta exposición es una arenisca arcósica silicificada (Fig. 2.B), masiva y muy diaclasada en forma de enrejados paralelos según NNE-SSO y ONO-ESE (Fig. 2.D). Bloques rectangulares en forma de teselado superficial (Fig. 2.D) fueron desarrollados conforme a los juegos de fracturas.

Por sus características texturales y por contexto geológico, se considera que esta exposi-

ción es correlacionable con la Formación Cerro Jhû, que ya fue anteriormente reportada en otros afloramientos (Godoy, 2018) no lejanos al lugar que aquí se describe.

Puerto Angostura y el Arroyo Pikysyry

En un corredor de aproximadamente 650 metros a orillas del río Paraguay y en los barrancos inmediatos, entre el puerto Angostura y el arroyo Pikysyry (Fig. 1.B) se expone una lutita masiva de color blanco-grisáceo (Fig. 3). La coordenada geográfica en un lugar intermedio del afloramiento es como sigue: 25.570335°S, 57.577245°O (Gadea & Osorio, 2021).

Estas lutitas constituyen la base del puerto Angostura y es muy probable que estas rocas presenten continuidad hacia el norte siguiendo la costa del río y en superficie hacia el *hinterland* oriental.

Textural y cromáticamente son muy semejantes a las lutitas de Vargas Peña, y durante este reconocimiento y muestreo preliminar

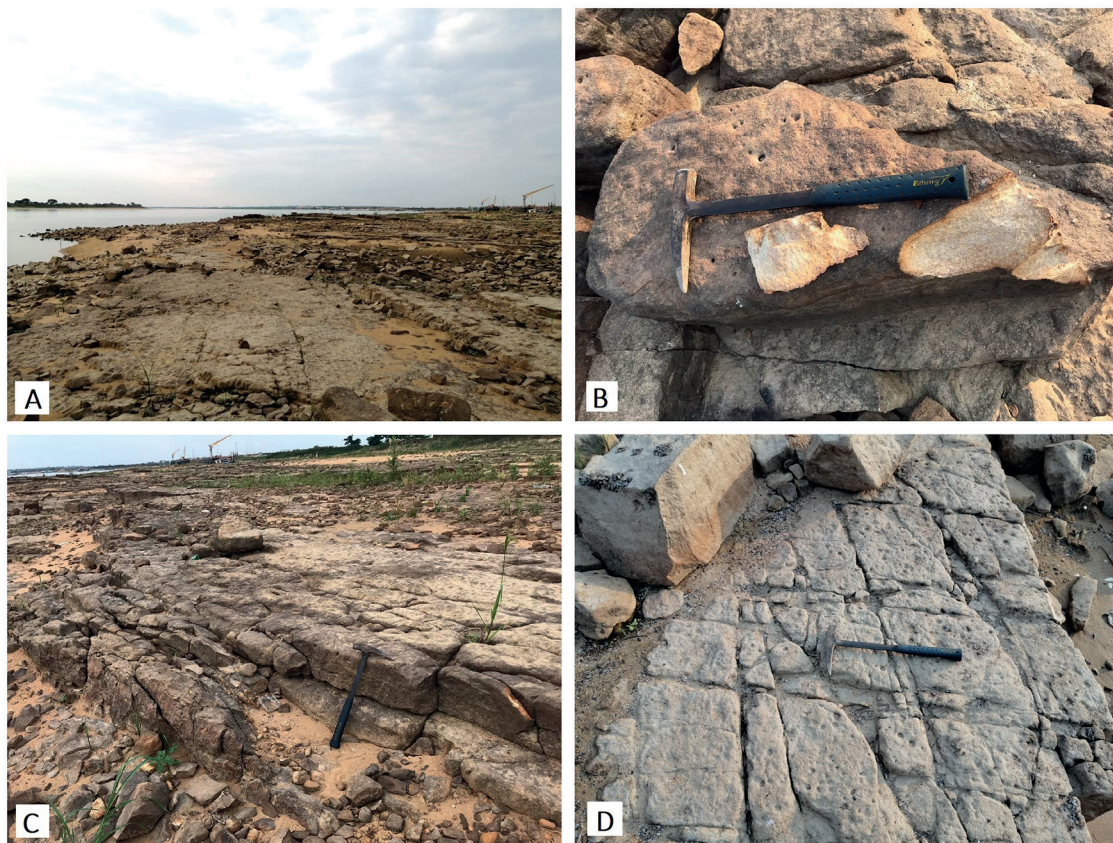


Figura 2. Exposición de areniscas muy silicificadas en Itapiru'í. **A)** Macizo rocoso a orillas del río. Numerosos bloques de areniscas fueron desprendidos y arrastrados por la corriente. **B)** Areniscas arcósicas silicificadas del tipo Cerro Jhú. **C)** Disgregación del macizo según líneas de fracturas. **D)** Teselado de bloques rectangulares configurado por diaclasas. Estructuras sedimentarias del tipo alveolos, desarrollados por acción fluvial son visibles.

no se hallaron niveles fosilíferos. Se recomienda realizar exploraciones paleontológica



Figura 3. Exposición de lutitas entre el Puerto Angostura y el arroyo Pikysry.

en toda la zona de manifestación de estas lutitas.

Según Spinzi (2020. *com. pers.*) estos materiales arcillosos corresponden al Grupo Caacupe; y Báez Presser (2020. *com. pers.*) considera la existencia de capas de este tipo de rocas en niveles del Sistema Ordovícico, que se manifiestan extensamente en la zona de Villeta y alrededores (González & Bartel, 1998).

Itapiru 1

Esta exposición se expresa espacialmente en forma de promontorio, en donde el río gira bruscamente hacia el oeste aproximadamente a 1500 metros al sur del puerto Angostura (Fig. 1.C). Sus coordenadas geográficas aproxima-

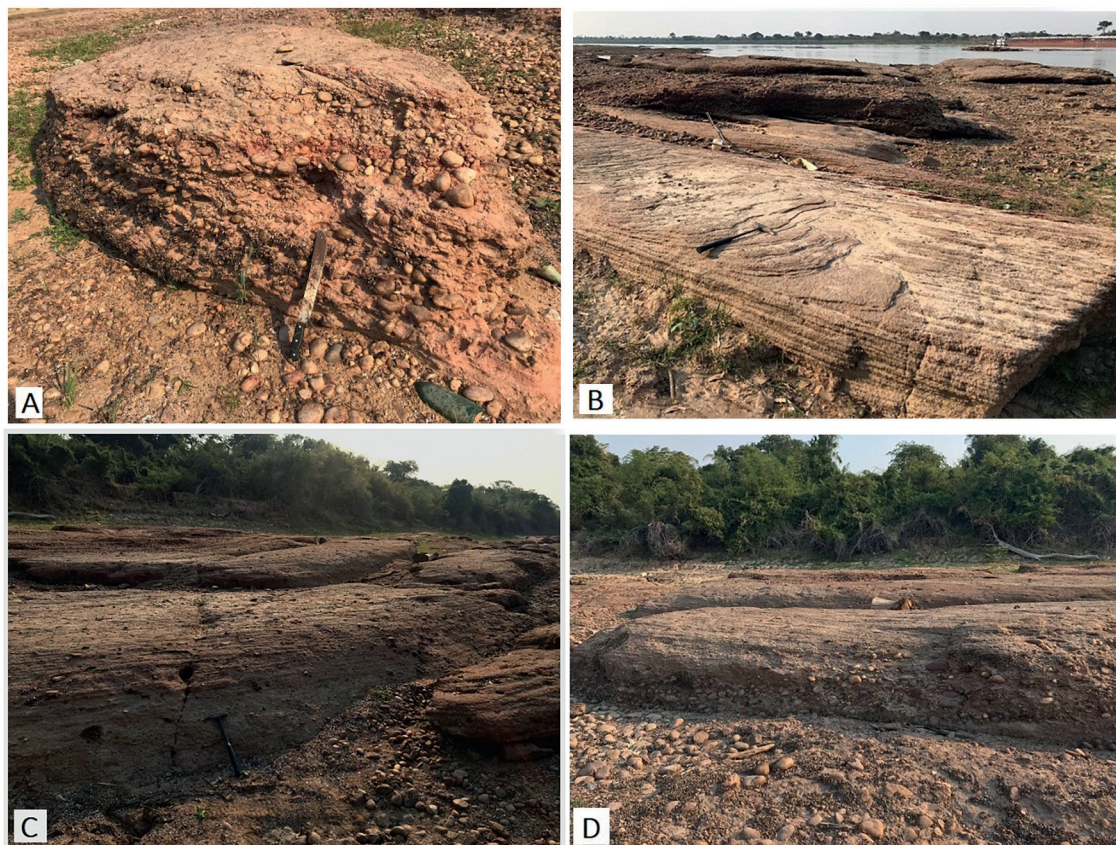


Figura 4. Rocas en Itapiru 1. **A)** Ortoconglomerado de la Formación Paraguari. **B)** Arenisca conglomerádica con estratificación cruzada deprimida sotopuestas a los conglomerados. **C)** Areniscas conglomerádicas con estratificación horizontal con clastos imbricados. En superposición a los conglomerados. **D)** Contacto gradacional normal entre los conglomerados y las areniscas conglomerádicas. [Modificados de Gadea & Osorio, 2021].

das del centro del macizo son $25.572610^{\circ}\text{S}$, $-57.586106^{\circ}\text{O}$, con un despliegue superficial de casi 2.7 hectáreas. Numerosos escollos fueron reconocidos en el río.

Se han reconocido en el lugar tres litologías: 1) En la secuencia más inferior, una arenisca conglomerádica con estratificación cruzada deprimida (Fig. 4.B); 2) seguido por un ortoconglomerado del tipo Formación Paraguari (Fig. 4.A); y 3) en la sección superior en contacto gradacional con el conglomerado, una arenisca conglomerádica con estratificación horizontal e imbricación de sus clastos del tipo cantos rodados dispersos en su matriz (Figs. 4.C y 4.D) (Gadea & Osorio, 2021).

La secuencia estratigráfica verificada en

Itapiru 1 se asemeja al modelo propuesto por Almeida (2005) para la base del Grupo Caaçupe (Gadea & Osorio, 2021), por lo cual se considera a estas rocas como pertenecientes a la Formación Paraguari en una manifestación muy occidental en relación a los anteriormente reportados. El macizo se encuentra fracturado según NNO – SSE; ONO – ESE y subordinadamente hacia el ENE – OSO, asociables a los pulsos tectónicos del *rift* de Asunción (González & Bartel, 1998).

Itapiru 2

Esta saliente (Fig. 1.D) se encuentra a una distancia aproximada de 600 metros hacia el oeste de la exposición de Itapiru 1. El centro

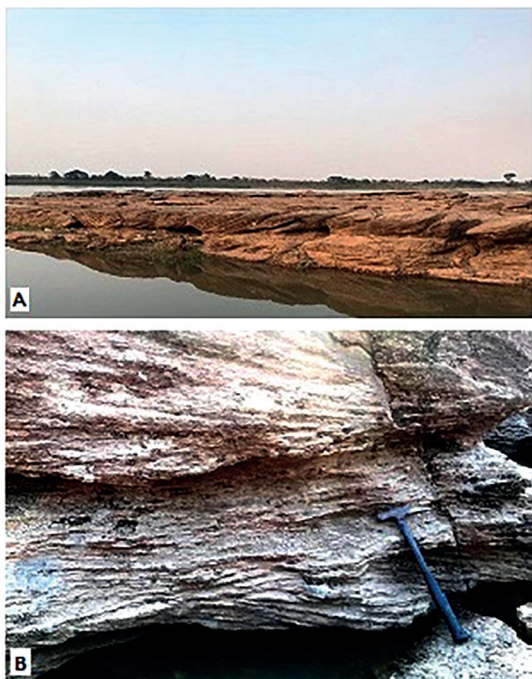


Figura 5. Rocas en Itapiru 2. **A)** Arenisca conglomerádica con estratificación cruzada deprimida. **B)** Arenisca conglomerádica con estratificación cruzada acanalada. [Modificado de Gadea & Osorio, 2021].

del macizo se posiciona aproximadamente en: 25.569796°S, 57.595807°O y con una superficie de casi 4.5 hectáreas (Gadea & Osorio, 2021).

Las rocas reconocidas aquí son fundamentalmente areniscas conglomerádicas con dos estratificaciones cruzadas diferentes: 1. Inclinada/deprimida (*trough cross-set*) hacia el norte (también presente en Itapiru 1 por debajo de los niveles de conglomerados) (Fig. 5.A), y 2. Acanalada (Fig. 5.B). El predominio del primer tipo es notable, y el segundo tipo se manifiesta en lugares restringidos y en sucesión inferior en relación a las primeras (Gadea & Osorio, 2021).

Las líneas de diaclasas son según NNO – SSE (N10°O); ONO – ESE (N62°O), semejantes a los de Itapiru 1, por lo cual se argumenta que ambos macizos fueron afectados por los mismos eventos tectónicos (Gadea & Osorio, 2021).

A semejanza de la exposición en Itapiru 1, a esta secuencia también se la relaciona con la Formación Paraguari. La arenisca conglomerádica con estratificación inclinada ya fue identificada en el muestreo anterior en Itapiru 1, reconocida inmediatamente por debajo de los conglomerados. Debido a la ausencia de lentes de conglomerados en Itapiru 2, se estima que esta saliente ha sido más erosionada que su equivalente hacia el este.

Zona de Ita Pytã Punta (Asunción)

La motivación original para visitar el islote, dada la dinámica de los sucesos climáticos que afectaron al Paraguay, fue el de comprobar la correspondencia litológica entre las rocas del islote y las areniscas en los barrancos de Ita Pytã Punta con su promontorio. Como se verá a continuación, estas rocas son disímiles.

El islote se expone en el centro del cauce del río Paraguay, no lejano al promontorio Ita Pytã Punta (Fig. 7.A). Su geometría se presenta en forma de semicírculo de casi 2 hectáreas y 1,4 km de perímetro, cuya concavidad se expresa hacia el norte y su punto central aproximado según 25.278895°S y 57.665553°O. (Fig. 6); ya en las planicies que se extienden hacia el Chaco, en relación al Alto de Asunción (Gadea & Osorio, 2020).

Su superficie es plana, y por aquello que se pudo constatar en el lugar, se conforma (al menos en exposición), por rocas volcanoclásticas, o tufa brechosa (Gadea & Osorio, 2020) (Fig. 7.B), descritas anteriormente en otros lugares de la comarca volcánica en Asunción y alrededores, por Gómez Duarte (1991) y asignadas como unidad geológica denominada Formación Lambaré.

Así también se ha visto que el macizo se encuentra fracturado según N-S; NNE-SSO y NNO-SSE, desplegado en un recodo del río, lo cual supone una fractura importante en ese punto y que estas rocas señalan una actividad volcánica en las cercanías (Gadea & Osorio, 2020).

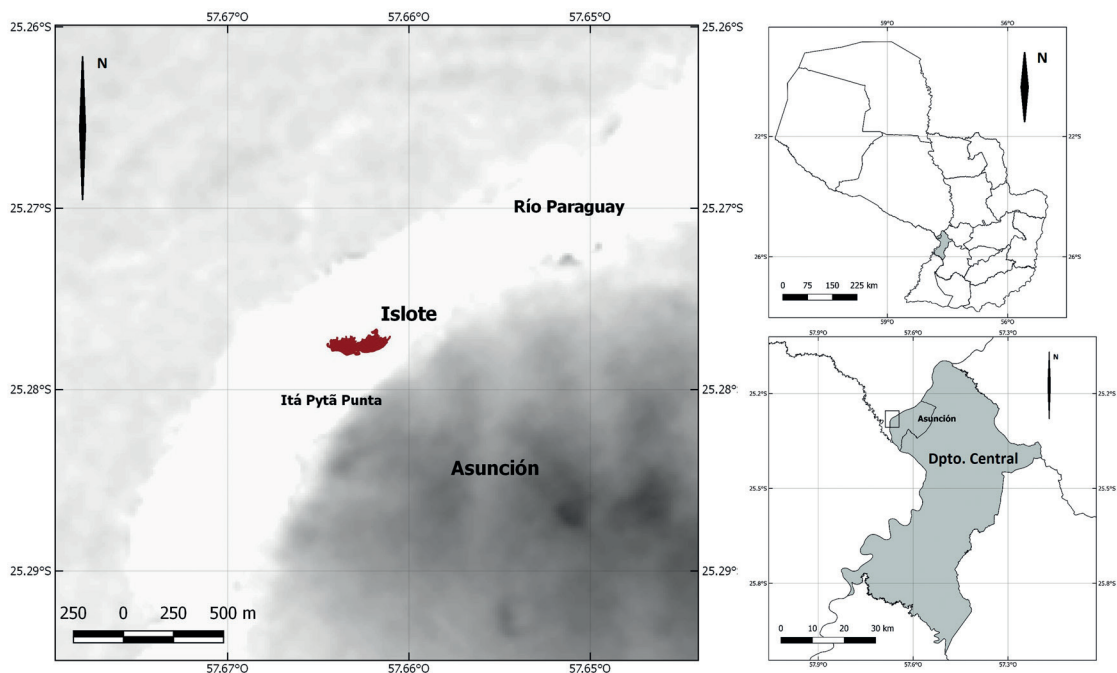


Figura 6. Representación geográfica del islote en la zona de Ita Pytã Punta en Asunción.

Estas litologías se asocian a los volcanismos Cenozoicos de la Provincia Alcalina de Asunción (Bitschene & Báez Presser, 1989), que se manifiestan en diversos lugares circunvalando el eje Río Paraguay, Asunción y Villa Hayes.

La Bahía de Asunción

A pocos metros de la Avenida Costanera en el centro de Asunción (Fig. 8), hacia la fachada frontal del Palacio de López y según la coordenada 25.274390°S, 57.634480°O se expone



Figura 7. Islote en el río Paraguay. **A)** Perspectiva del islote en relación a los barrancos de Ita Pytã Punta. **B)** Rocas volcanoclásticas que conforman el islote.

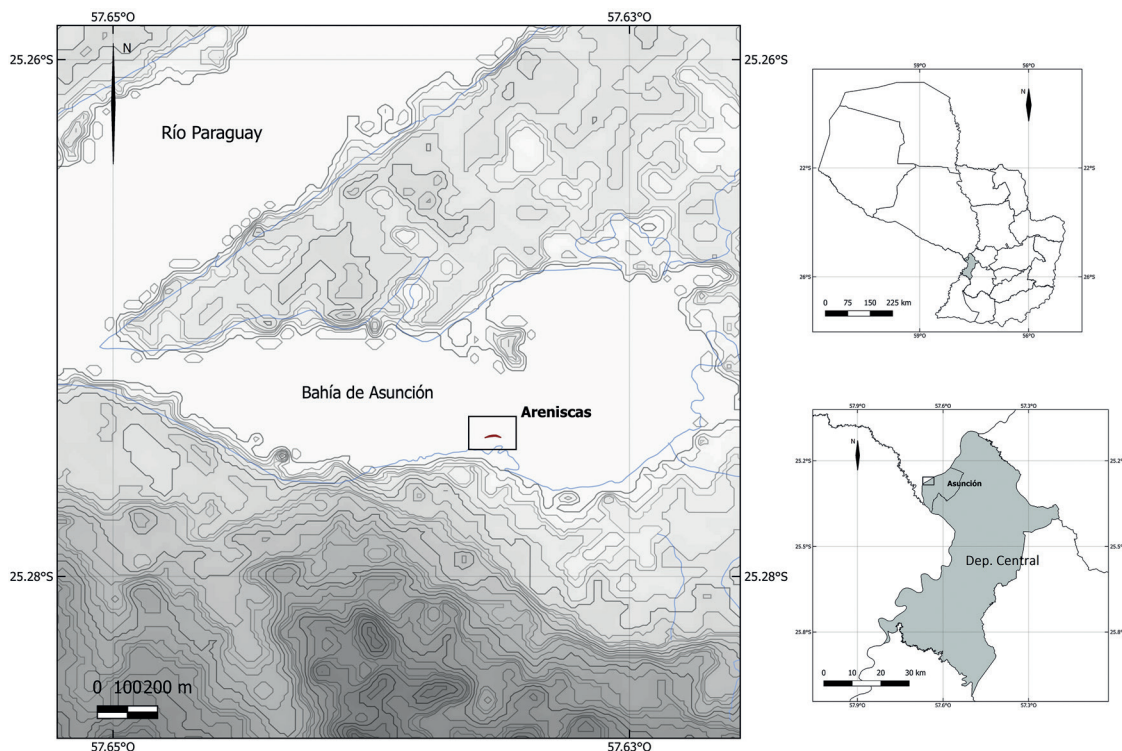


Figura 8. Zona de exposición de areniscas en la bahía de Asunción.

litología (Fig. 9.A).

Un afloramiento muy escaso, con despliegue alargado, cubierto exteriormente por una costra de meteorización (Fig. 9.D) con estructuras sedimentarias de tipo alveolos, características de ambientes fluviales. Al quebrar la roca (Fig. 9B), fueron reconocidas areniscas rojas del tipo Formación Ita Pytã Punta (Gómez Duarte, 1991).

El predominio del macizo expuesto lo abarca la arenisca roja de Ita Pytã Punta. Sin embargo, en sectores localizados, esta misma arenisca presenta una textura modificada por acción térmica. Se observa silicificación y minerales máficos, verdosos y grisáceos (ya alterados), de lo cual se interpreta como una afectación de la arenisca encajante por proceso ígneo aledaño (Fig. 9.C).

El Peñón (Piquete Cue – Limpio)

Su posición geográfica es: 25.099521°S, 57.482100°O (Fig. 10).

El Peñón se erige como un islote cónico ligeramente elongado en la zona de Piquete Cue, en el cauce del río Paraguay, sobre el cual se ha construido un castillo a mediados de la década de 1930, en el siglo pasado. En virtud de lo mencionado, es asiduamente visitado con fines turísticos. El cono de El Peñón es un macizo conformado principalmente por dos tipos de areniscas: una sacaroidal en la base y en su techo otra arcósica muy silicificada. En condiciones hidrométricas normales son sólo visibles las litologías mencionadas, no así la base sobre la cual se establecen.

En la ocasión de la visita, el nivel litológico por debajo de la arenisca sacaroidal, que usualmente no es visible por las aguas del río, fue reconocida; con una exposición de casi 315 m² y 66.5 metros de orillas (Fig. 11.A y 11.B). Estas medidas no incluyen al cono, sino a la calzada lateral descubierta.

La roca observada es un material sedi-

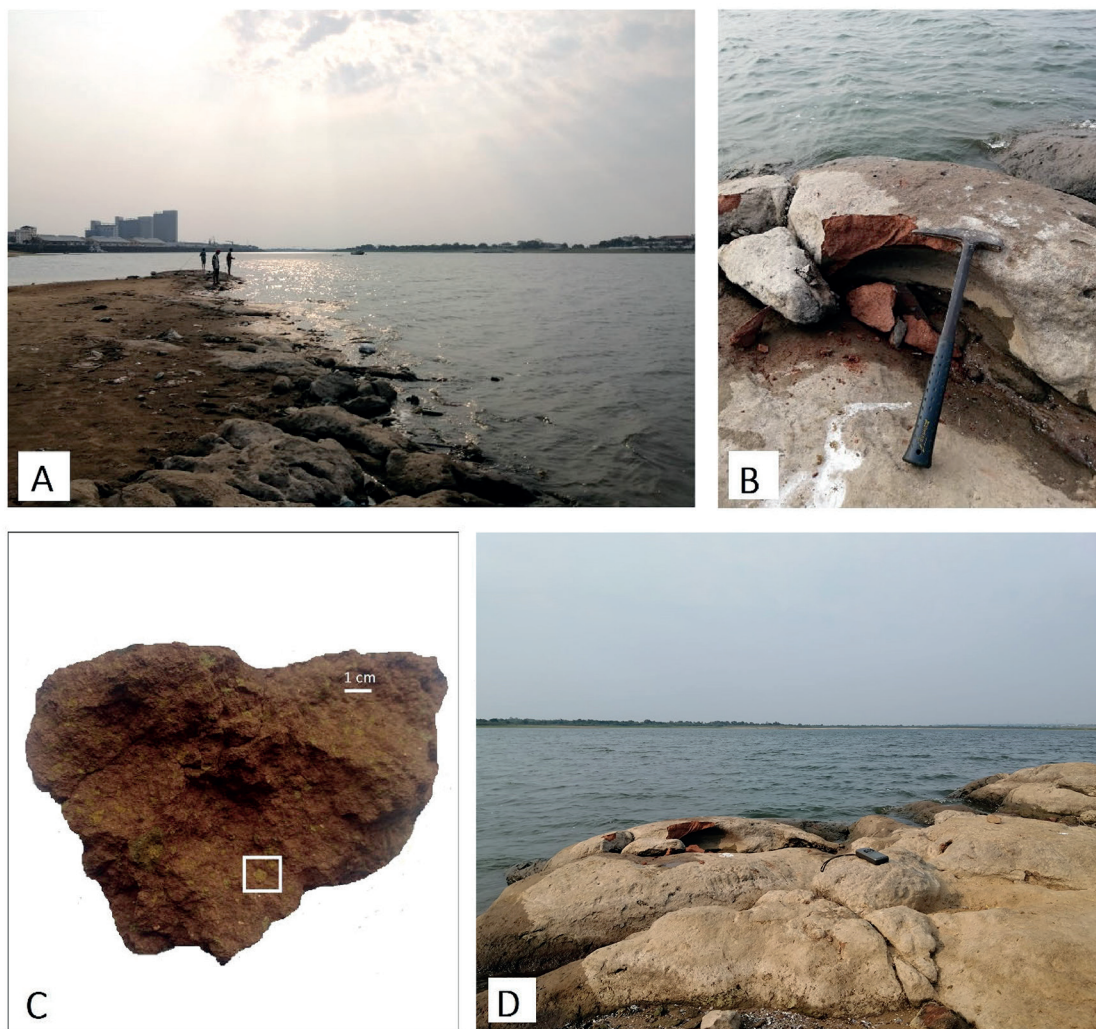


Figura 9. Areniscas en la bahía de Asunción. **A)** Vista de exposición. **B)** Arenisca roja de la Formación Ita Pytã Punta. **C)** Arenisca roja silicificada, con minerales verdosos alterados en matriz **D)** Aspecto externo de litología, cubierta por una superficie de alteración.

mentario silicificado de fracción limo con diaclasado columnar: una siltita silicificada con disyunción columnar (Fig. 11.C y 11.D). Estas estructuras son semejantes a las conocidas de Aregua (Cerro koĩ y Chororĩ) (Spinzi Mendonca, 1986), Luque y en otras manifestaciones en Limpio.

Estas siltitas columnares son semejantes a las identificadas a 1.800 metros al sureste de El Peñón, en una cantera abandonada (Gadea *et al.*, 2020), en el preciso lugar de

interfase entre las rocas del Grupo Asunción y las planicies del valle de Ypacarai, en las inmediaciones del río Salado, en una zona de fractura, a la que el geólogo Ángel Spinzi denominó como la *Falla Piquete Cue* (Spinzi, 2020., *com. pers.*).

La presencia de estas estructuras prismáticas en el material sedimentario señala afectación térmica que guarda relación con una fuente magmática cercana (Miraglia, 1965; Velázquez *et al.*, 2008). La presencia

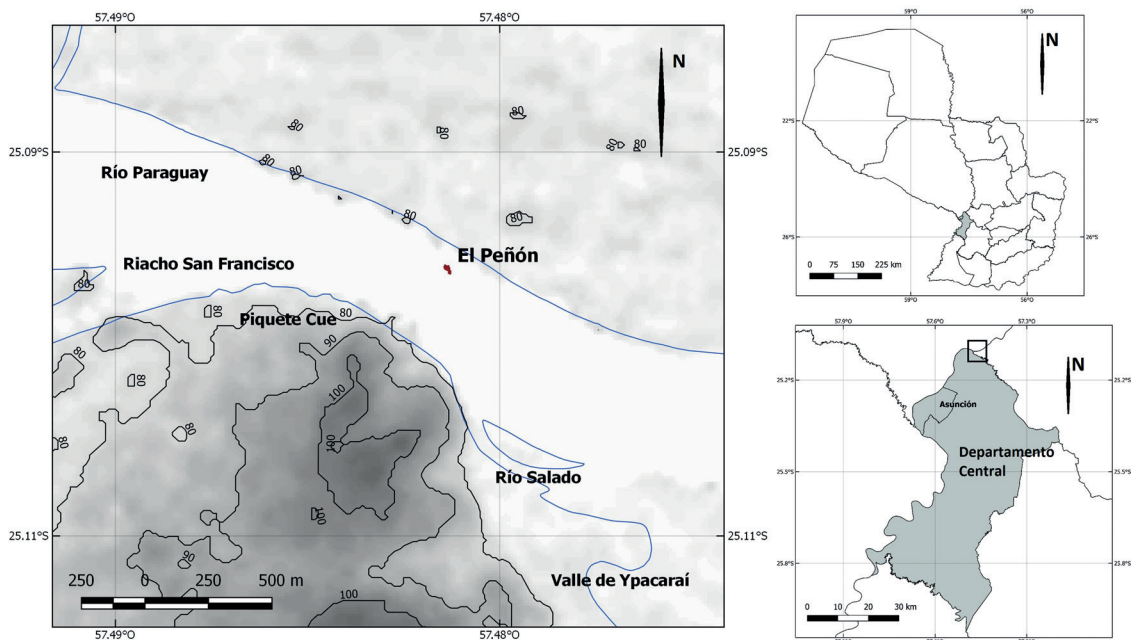


Figura 10. Situación geográfica de El Peñón.

de un cuerpo ígneo (lo cual se deduce por la manifestación de estas estructuras columnares) sumergido bajo las aguas del río explicaría el motivo por el cual el islote ha resistido a los procesos erosivos fluviales. El Peñón, así como la cantera de siltitas columnares se alinean a la fractura Piquete Cue, el cual es uno de los ejes del *rift* de Asunción paralelo al valle de Ypacarai hacia el oeste.

Un detalle petrológico que merece destaque en cuanto al diaclasado columnar, es el desarrollo de estas estructuras no solo en materiales arenosos del tipo Grupo Asunción, como en Aregua o Luque, sino también se comprueba en siltitas, como en la cantera abandonada en Limpio muy cerca de El Peñón. Se argumenta aquí que las siltitas se correlacionan al Grupo Itacurubi, a la Formación Eusebio Ayala, por su secuencia areniscas – siltitas, que también se manifiesta en forma de faja paralela a lo largo del valle de Ypacarai (Harrington, 1972) en contacto paralelo y alineado con el Grupo Asunción.

Conclusiones

Nuevas expresiones de las unidades del Grupo Caacupe, Itacurubi y de la Provincia Alcalina de Asunción fueron reconocidos en el río Paraguay y su litoral aprovechando las épocas de estiaje.

Por medio del reconocimiento de las siltitas columnares silicificadas en la base del cono de El Peñón se deduce la presencia de algún cuerpo ígneo subyacente bajo las aguas del río Paraguay; evidencias que explican el motivo por el cual esas rocas no fueron erosionadas como las de su entorno; por presentar mayor resistencia a la desintegración y denudación por la correntada del río Paraguay.

Los reconocimientos realizados serán de utilidad para un mejor conocimiento de la geología en el departamento Central para futuros mapeos.

Ciertamente otros sitios no fueron visitados, y muchos se desconocen. Resulta importante subrayar, dada la experiencia y los resultados de estas visitas, que épocas



Figura 11. El Peñón. **A)** Calzada de exposición durante la bajante. **B)** Perspectivas. **C)** Diaclasado columnar con orientación NE-SO. **D)** Disyunción columnar adyacente al cono.

estivales o de bajantes deberían ser aprovechadas para efectuar la mayor cantidad posible de este tipo de reconocimientos en los diversos cursos hídricos en el país.

Bibliografía

- Almeida, R.P. (2005). *Tectônica e sedimentação do Ediacarano ao Ordoviciano: exemplos do Supergrupo Camaquã (RS) e do Grupo Caacupé (Paraguai Oriental)*. (Tesis Doctoral). São Paulo: Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. xi + 203 pp.
- Bitschene, P. & Báez Presser, J. (1989). The Asunción Alkaline Province (Eastern Paraguay): Geologic setting and petrogenetic aspects. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, 1(5-7): 959–971.
- Spinzi Mendonca, A.M. (1986). *Meta Areniscas Columnares del Cerro koĩ y Chororĩ*. (Informe Técnico). Asunción: Dirección de Recursos Minerales – Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. 5 pp.
- Gadea, M., & Osorio, R. (2020). Reconocimien-

- to de Islote Volcánico en el Río Paraguay en la Zona de Ita Pytã Punta. *Historia Natural (Tercera Serie)*, 10(3): 17–23.
- Gadea, M. & Osorio, R. (2021). Litología de la Formación Paraguari a orillas del Río Paraguay en Itapiru – Villeta, Paraguay. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*, 25(2): 168–178.
- Gadea, M., Valdez, S., Britez, L., Peralta, A. & Arvez, Y. (2020). Despliegue de siltitas columnares en el borde nororiental del Rift de Asunción en la Ciudad de Limpio. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 25(2): 121–130.
- Godoy, I.S. (2019). *Explotación Sustentable de los Recursos Físicos en el Sector Meridional del Departamento Central*. (Trabajo de Grado). San Lorenzo: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Asunción. 66 pp.
- Gomez Duarte, D. (1991). Consideraciones morfoestructurales y estratigráficas de la antiforma de Asunción y su relación con la exploración de aguas subterráneas. Pp. 131–146, in (Eds.). *Resúmenes del Primer Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay*.
- González, M.E. & Bartel, W. (1998). *Mapa Geológico de la República del Paraguay. Hoja Paraguari 5469*. Texto Explicativo. Asunción: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones / Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales. 42 pp.
- Harrington, H.J. (1972). Silurian of Paraguay. Pp. 41-50, In W.B.N. Berry and A.J. Boucot (eds.), *Correlation of South American Silurian rocks*. The Geological Society of America Special Papers, 133: 1–59.
- Miraglia, L. (1965). Vulcanismo Postplioceno del Paraguay. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 7(2): 1–52.
- Rohli, R. & Vega, A. (2018). *Climatology*. (4th Ed.). Burlington: Jones & Bartlett Learning. xii + 418.
- Velázquez V, Giannini P, Riccomini C, Sallun A, Hachiro J. & Gomes C. (2008). The columnar joints in the Patiño Formation sandstones, Eastern Paraguay: a dynamic interaction between dyke intrusion, quartz dissolution and cooling-induced fractures. *Episodes*, 31(3): 302–308.