

Visualizando afloramientos con aplicaciones de geolocalización geográfica.

Reviewing outcrops with geographic geolocation tools.

C. Giraldo Ceballos¹

¹ Ingeoexpert, C. de Velázquez 157, 28002 Madrid, cgiraldoc1958@gmail.com

Resumen: Se quiere destacar la fundamental importancia de realizar un análisis exhaustivo de los afloramientos, como parte de un reconocimiento geológico idóneo. Gracias a las imágenes satelitales de carácter público, que permiten geolocalizar los afloramientos o zonas de interés, se pueden analizar a distancia zonas remotas y optimizar misiones de campo. Además, en algunos casos se pueden describir afloramientos con cierto nivel de detalle, gracias a las imágenes a “pie de calle”. Se muestran varios afloramientos en las cuales además de realizar labores de campo, se complementan las observaciones con imágenes que permiten afinar los posibles modelos geológicos. Los afloramientos evaluados están en: Kota Kinabalu (Malasia), Guayllabamba (Ecuador), Venezuela oriental y en la Cuenca de Madrid.

Palabras clave: Afloramientos, Borneo, Ecuador, Venezuela, Cuenca de Madrid.

Abstract: The fundamental importance of conducting an exhaustive analysis of the outcrops is highlighted, as part of an ideal geological reconnaissance. Thanks to public satellite images, which allow outcrops or areas of interest to be geolocated, remote areas can be analysed, and field missions can be optimised. Furthermore, in some cases outcrops are described with a certain level of detail, thanks to “Street View” images. Several outcrops are shown in which, in addition to conducting field work, the observations are complemented with images that allow the possible geological models to be refined. The evaluated outcrops are in: Kota Kinabalu (Malaysia), Guayllabamba (Ecuador), Eastern Venezuela, and Madrid Basin.

Key words: Outcrops, Borneo, Ecuador, Venezuela, Madrid Basin.

INTRODUCCIÓN

A principios de 2020 el autor decidió ubicar algunos afloramientos en mapas actualizados, como son aquellos disponibles en las aplicaciones “Google Maps” y “Google Earth”. Al mismo tiempo, la navegación virtual a lo largo de carreteras y autovías le ha permitido generar interesantes vistas panorámicas. Este es el caso de varios afloramientos ubicados en Malasia, Ecuador y Venezuela (Fig.1); en este último país no está activa la opción del visualizador “a pie de calle” (“Street-View”). Igualmente, esta metodología de reconocimiento geológico a distancia ha permitido documentar espectaculares deformaciones miocenas, del tipo “soft - sediment deformations” que afloran en los alrededores de los distritos de Vallecas y Vicálvaro (Madrid).

La idea de este trabajo es la de destacar la importancia de actualizar y documentar la ubicación de nuestros afloramientos, actividad básica para divulgación, planificación de misiones de campo y otras actividades importantes relacionadas con las geociencias. Durante la presentación oral, se añadirán detalles relacionados con la geología regional y con la evolución tectónica.

Para más detalles didácticos, se recomienda consultar Alfaro et al. (2007) y Fleming (2022). Por otro lado, se hará especial énfasis en la importancia de validar las observaciones virtuales, con las aquellas realizadas durante las salidas de campo.

MALASIA (KOTA KINABALU)

Durante una excursión al campo realizada en enero del 2020 (Fig. 2) en Kota Kinabalu (Malasia, isla de

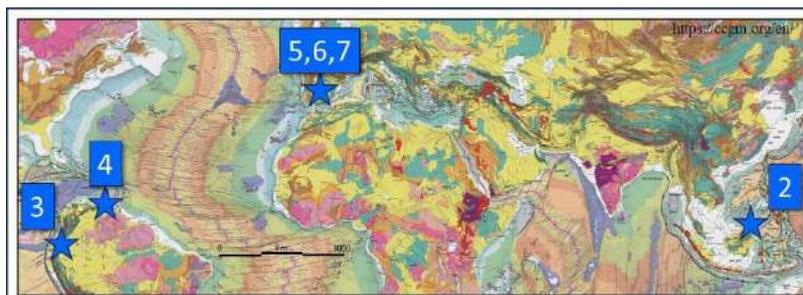


FIGURA 1. Ubicación de las figuras. Las coordenadas geográficas de los afloramientos se indican en las leyendas respectivas. Mapa geológico de Bouysse (2014)).

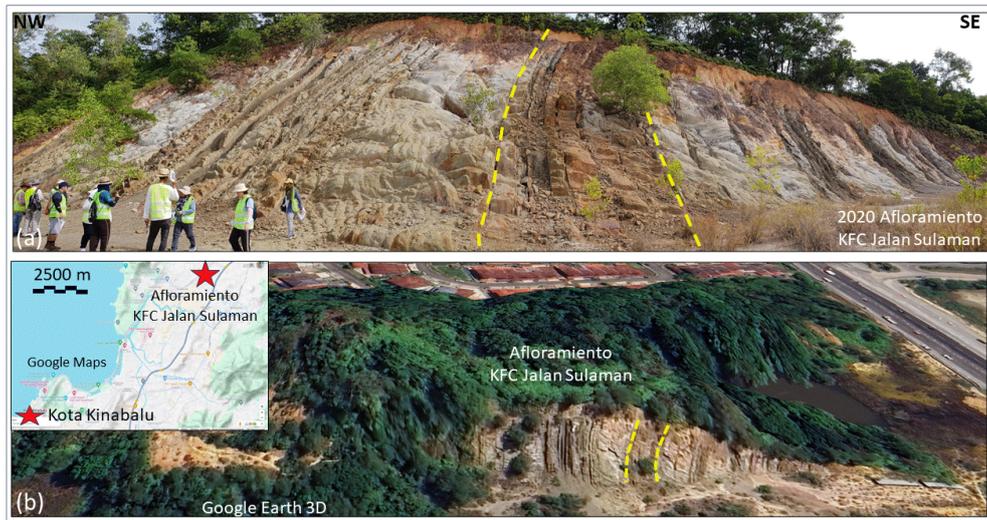


FIGURA 2. (a) Capas volcadas de la Fm. Crocker (Oligoceno) en Kota Kinabalu (Malasia); (b) Vista oblicua..Coordenadas geográficas: 6°02'26"N y 116°08'36"E.

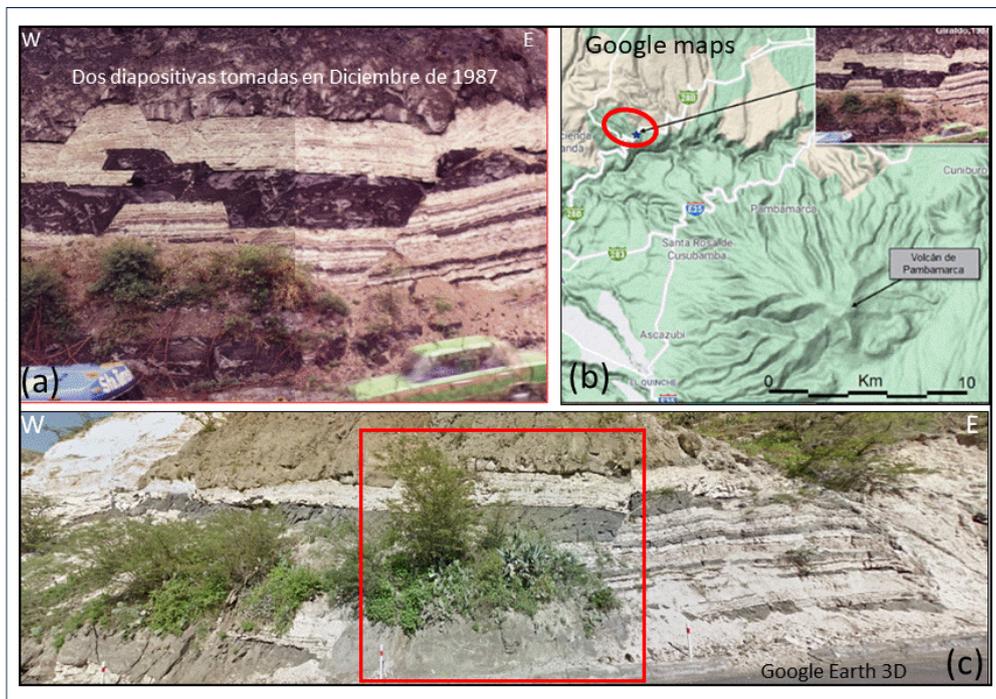


FIGURA 3. (a) Afloramiento de Guayllabamba en 1987; (b) Ubicación geográfica; (c) Vista "Street-View". Coordenadas geográficas: 0°01'17"N y 78°19'51"W.

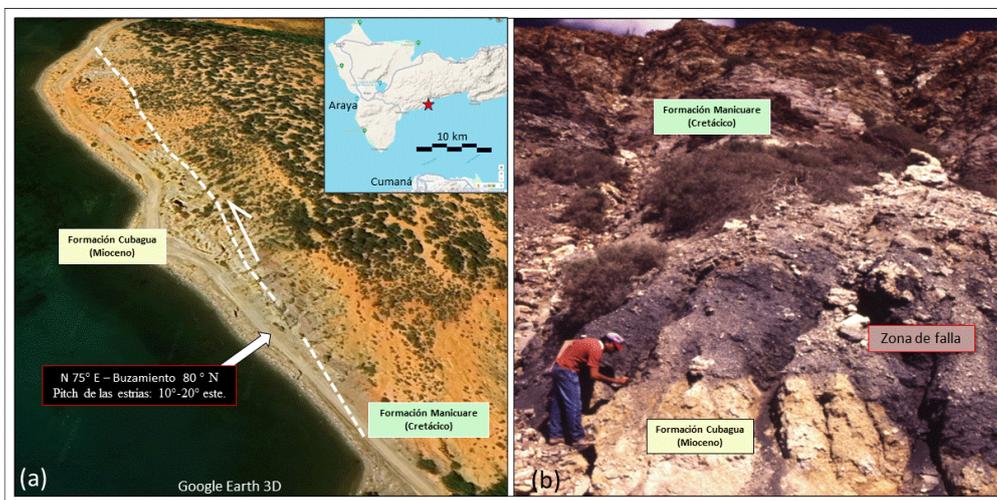


FIGURA 4. La falla de Laguna Grande (Estado de Sucre, Venezuela): (a) Vista oblicua;(b) Afloramiento en 1988. Coordenadas geográficas: 10°33'36"N y 64°10'47"W.



FIGURA 5. Deformaciones tipo “soft-sediments” (Giraldo, 2023) en capas miocenas (entre autovías A-3 y R-3). El talud sub-vertical corresponde a la vía del AVE. Se indican coordenadas geográficas en la parte central del talud: 40°22'49"N y 3°33'13"W. Observe las trazas de las capas en el terreno (Fig. 6 para detalles de la vista en planta).

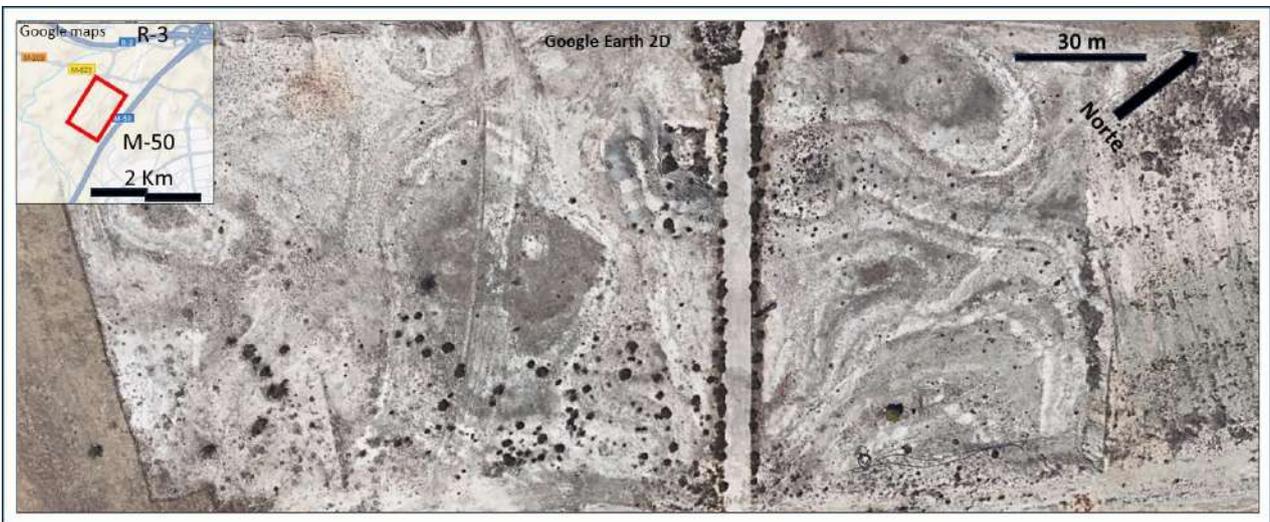


FIGURA 6. Vista en planta de capas miocenas intensamente deformadas (Fig. 5 para vista oblicua). Se indican las coordenadas geográficas en el centro de la imagen: 40°22'50"N y 3°33'17"W.

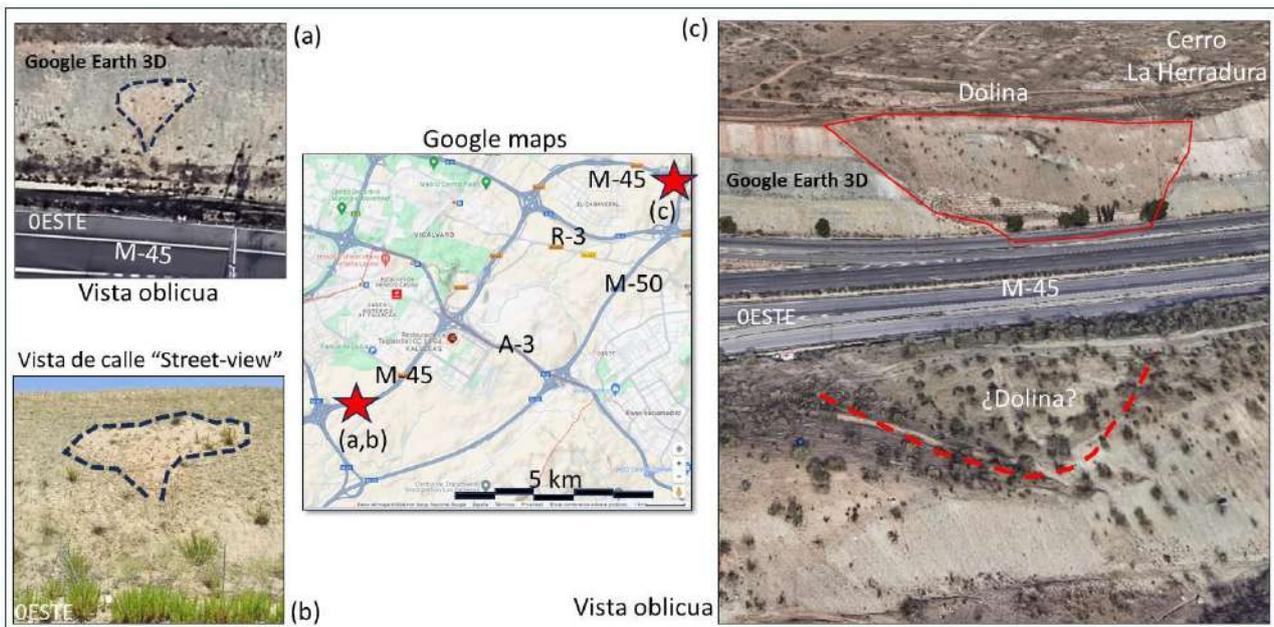


FIGURA 7. (a) Vista oblicua de posible estructura de escape de agua. Coordenadas 40°21'13"N y 3°37'59"W.; (b) Vista a pie de calle (igual afloramiento que 7a); (c) Dolina expuesta en la autovía M-45 (Giraldo, 2023; coordenadas geográficas 40°24'31" N y 3°31'41"W).

Borneo), se visitó un afloramiento de la Formación Crocker (Oligoceno, de aguas profundas). Este primer ejemplo es para comparar la foto realizada en el sitio y la imagen satelital oblicua de “*Google Earth 3D*”, que permite tener una visión panorámica. La vista oblicua ayuda a observar la continuidad de las capas y refinar la interpretación geológica a lo largo del paisaje urbano.

ECUADOR (GUAYLLABAMBA)

Este afloramiento altamente deformado (Fig. 3) está ubicado inmediatamente al noreste de la ciudad de Guayllabamba (al este de Quito), en el sistema central andino. Gracias a la imagen “a pie de calle”, se pudo finalmente geolocalizar con precisión, después de haber sido fotografiado por el autor en 1987. El afloramiento contiene sedimentos lacustres pleistocenos y cenizas volcánicas intercaladas (Villagómez, 2003); se observan importantes deformaciones extensionales y ejemplos clásicos de desplazamientos paralelos a la estratificación. Se invita al lector a “conducir virtualmente” por la carretera panamericana ya que hay más afloramientos con interesantes deformaciones gravitacionales a lo largo de la misma (Giraldo, 2021). Se recomienda también, usar la opción relieve del “*Google maps*”, en la cual se destaca la geomorfología del volcán de Pambamarca, situado al sureste (Fig. 3).

VENEZUELA (ESTADO DE SUCRE)

El afloramiento de la falla de desgarre sinistra de Laguna Grande fue visitado en 1988 (Fig. 4). El plano de falla es sub-vertical, con estrías sub-horizontales y pone en contacto capas miocenas por debajo de rocas cretácicas (Giraldo y Beltrán, 1989). La imagen oblicua (“*Google Earth 3D*”) muestra la posición del afloramiento y la traza de la falla en el paisaje.

ESPAÑA (CUENCA DE MADRID)

Durante el Mioceno parte del centro de la península ibérica estuvo ocupada por lagos intra-continetales salados. Más detalles sobre la geología regional aparecen en Sanz-Montero y Rodríguez-Aranda (2022). En la región también hay relieves kársticos y cavernas en las cuales se han preservado fósiles de gran interés para diversos campos de las geociencias. A lo largo de varias autovías y redes ferroviarias, hay expuestos espectaculares afloramientos miocenos (Fig. 5) que tradicionalmente se han asociado a colapsos por procesos kársticos. En el distrito de Vicálvaro se visualizan las deformaciones tanto en taludes, como en planta (Fig. 6; Giraldo, 2023). Dicho sector presenta importantes problemas geotécnicos asociados al nivel freático local (Sanz de Ojeda, et al., 2021).

Hay posibles evidencias de figuras de escapes de agua que podrían asociarse a licuefacción debido a la actividad sísmica durante el Mioceno (Fig. 7); la alta saturación de agua y la baja compactación de los sedimentos podría haber favorecido este proceso. Por otro lado, Sanz - Montero y Rodríguez - Aranda (2022) han documentado

“sismitas” miocenas más al sur de la región. La edad de estas deformaciones se restringiría al Mioceno medio – superior, aunque no se descarta que, a nivel de la cuenca de Madrid, hayan ocurrido también durante el Plioceno o inclusive durante el Cuaternario.

CONCLUSIONES

Se recomienda el uso sistemático de estas aplicaciones a nivel de Educación Secundaria, así como en plataformas educativas afines, para incentivar el interés por las Ciencias Geológicas en la comunidad estudiantil. Visitar los afloramientos miocenos de Madrid es una actividad recomendada para fines divulgativos y también para promover la investigación aplicada.

AGRADECIMIENTOS

A los Profesores M. Esther Sanz-Montero y J. Pablo Rodríguez-Aranda (U.C.M.) por su valioso tiempo. Al colega Diego Villagómez por su apoyo para ubicar “virtualmente” el afloramiento de Guayllabamba.

REFERENCIAS

- Alfaro, P., Espinoza, J., Falces, S., García-Tortosa, F. y Jiménez-Espinoza, R. (2007): Actividades didácticas con Google Earth. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15.1: 2-15.
- Bouysse, Ph. (2014): Geological Map of the World at 1:35 M 3rd edition, revised, C.G.M.W.
- Fleming, Z., (2022): Using virtual outcrop models and google earth to teach structural geology concepts, *Journal of Structural Geology*, V.156, 104537.
- Giraldo, C. (2023): Structural deformations above a Miocene karst system (Madrid, Spain), *ResearchGate*, 14 p.
- Giraldo, C. (2021): Deformaciones estructurales pleistocenas en la cuenca de Guayllabamba (Ecuador), *Revista Maya de Geociencias*, Noviembre, 49-53.
- Giraldo, C. y Shah, J. (2018): Deciphering structural deformations along overturned strata of Crocker Fm., Sabah onshore (Malaysia). En: *EAGE Reservoir Congress*, Diciembre, Kuala Lumpur, 4 p.
- Giraldo, C. y Beltrán, C. (1989): La Falla de Laguna Grande (Edo. Sucre): Tectónica cuaternaria y campo de esfuerzos asociado, *Boletín GEOS* 29: 195-204.
- Sanz de Ojeda, J.; Sanz, E.; Elorza, F.J.; Riaguas, C. y Liaño, M.d.P. (2021): Simulation of Groundwater Flow in an Aquiclude for Designing a Drainage System during Urban Construction: A Case Study in Madrid, Spain. *Sustainability*, 13, 1526.
- Sanz-Montero, M.E. y Rodríguez-Aranda, J.P. (2022): Seismites in Miocene gypsum microbialites: Multiproxy tools for paleoenvironmental reconstruction of saline lakes. *Sedimentary Geology* 439,106219.
- Villagómez, D. (2003): Evolución geológica Pliocuaternaria del valle Interandino central en Ecuador zona Quito - Guayllabamba - San Antonio. Tesis de Grado (Escuela Politécnica Nacional), 135 p