



EXPLORANDO EL PASADO COMO UNA VENTANA AL FUTURO

La geología, como la ciencia natural que estudia la composición y estructura interna y superficial de la Tierra más los procesos por los cuales han ido evolucionando en el tiempo, es fundamental para identificar potenciales beneficios y riesgos actuales.

La geología es casi tan antigua como la humanidad gracias a que los fenómenos geológicos más visibles como son la erosión, los terremotos y los volcanes han generado el interés de los seres humanos por los impactos que sufren a partir de ellos.

Varios elementos que son objeto de estudio de esta ciencia - rocas, minerales, metales, piedras preciosas, fósiles - han sido parte de las exploraciones y de los registros de distintas civilizaciones a lo largo de la historia, conformando los antecedentes de la geología moderna.

A través de ella tenemos la posibilidad de comprender la tectónica de placas, la historia de la vida y su evolución, los climas del pasado. Es de importancia fundamental en la exploración de yacimientos minerales y de hidrocarburos, de la evaluación de recursos hídricos subterráneos y del desarrollo de la geotecnia y la ingeniería civil.

Y el grupo de estudios en geología y geofísica EGEO de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, está escribiendo varias páginas del pasado y presente geológico del país gracias a sus investigaciones.

Explorando las montañas

El grupo EGEO nació con el objetivo de hacer investigación en las ciencias de la tierra y lograr un conocimiento más profundo de las estructuras internas y externas del planeta a través de la evaluación del registro geológico, las evoluciones que éste evidencia y los 'productos' (elementos o materiales susceptibles de aprovechamiento) que genera.

Adscrito a la Facultad de Minas, el gran foco de sus proyectos ha sido entender los procesos geológicos que han moldeado los Andes del norte y poder ampliar los estudios existentes, yendo más allá de la escala regional y planteando un modelo con análisis integrado.

El análisis integrado usa múltiples técnicas geológicas y geofísicas para que a través de toda la información que éstas recogen se pueda lograr una reconstrucción más completa de la evolución geológica que ha moldeado la cadena andina y el norte de Suramérica.

Gracias a este enfoque, diferentes investigaciones realizadas en el marco del grupo han logrado identificar los distintos fenómenos y condiciones que se dieron en lo que hoy es el territorio colombiano y que determinan la geología de distintas zonas del país.

Entendiendo la historia geológica de Colombia

Una de las investigaciones adelantadas por el grupo se centró en los alrededores de Cerro Bravo (Fredonia), Cerro Tusa (Venecia), y en los farallones de La Pintada del departamento de Antioquia, identificando la evolución volcánica y las fallas geológicas de la cordillera Andina de Colombia.





Los cerros analizados son domos con rocas que se forman cuando los volcanes se van extinguiendo y éstos fueron los últimos elementos de un centro volcánico muy diverso en cuanto a su composición y cuyo vulcanismo habría terminado de forma abrupta hace unos cinco millones de años, después de estar activos por ocho millones. Esto llama la atención porque estas cadenas volcánicas generalmente duran hasta 30 millones de años.

¿Cómo logran llegar a estas conclusiones? Las rocas volcánicas, como cualquier elemento geológico, presentan características particulares en su composición y en su geocronología, que es la ciencia que estudia las diversas épocas geológicas y su duración.

A través de sus compuestos principales, como la sílice, el sodio, el potasio o el titanio, se puede analizar de dónde se derivaron las lavas o las rocas objeto de estudio, se comparan los distintos periodos por las que pasaron para identificar los cambios de composición en el tiempo y se llega a obtener secuencias de hasta 10 millones de años de transformaciones.

Todo esto se puede lograr gracias a distintas técnicas usadas en las muestras que recogieron como la fluorescencia de rayos X. Esta expone la roca triturada a una alta energía, excitando la muestra para que emita unos rayos X secundarios (o fluorescentes) que son característicos de cada material, lo que permite la identificación de estos.

Otra técnica es la espectrometría de masas en la que usando un equipo especial se logra analizar con gran precisión la composición de diferentes elementos químicos que forman un compuesto o el contenido isotópico de diferentes elementos en el mismo.

Para determinar la edad de una muestra, se obtiene zircón mineral de la misma para usar la técnica de datación uranio-plomo. Ya que el zircón incorpora átomos de uranio y torio en su estructura cristalina, reemplazándolos con circonio y rechazando en su lugar los del plomo, se miden las abundancias relativas de isótopos de uranio y plomo.

Ya que éste último elemento fue producido completamente por un proceso de desintegración radiactiva posterior a la formación del mineral, la relación entre el plomo y el uranio presente en el mineral se puede utilizar para determinar la edad de este último.

Gracias a la integración de estas técnicas se cuenta con un panorama más completo de la geología de un lugar y se plantean explicaciones más sólidas no solamente por los datos que brindan sino por el conocimiento previo de los fenómenos geológicos y los procesos involucrados en ellos que facilita la interpretación de estos.

Así pudieron determinar porqué la cadena volcánica duró 'sólo' 8 millones de años: las características de la interacción de las placas tectónicas en el área hacen que la placa del océano Pacífico se introduzca por debajo de la de América y al norte de la latitud del Nevado del Ruiz, la placa está muy pegada al continente. Cuando eso sucede no se genera magmatismo, lo que explicaría porque se acabó el vulcanismo relativamente pronto.

Usando estas técnicas, el grupo también identificó en otra investigación en el municipio de Rovira y el corregimiento de Payandé en San Luis, departamento de Tolima, las edades de los 'diques' presentes en dichos territorios.





Los diques son rocas constituidas a partir de magma, con formas planas y que por lo general se originan donde hay espacios en la tierra y que suelen tener poca extensión en comparación con otras formaciones rocosas. Son indicadores de los momentos en los que se fractura la tierra y se generan los espacios que rellenan.

Al identificar que estas formaciones tienen entre 150 y 155 millones de años - pleno periodo jurásico - se puede constatar que se presentaron varias rupturas en el valle del Magdalena por desplazamientos magmáticos desde el sur, que ocuparon las fracturas en la tierra y dieron origen a estos diques.

¿Qué impacto genera este conocimiento para nuestras circunstancias presentes?

Una gran parte de los estudios geológicos que se han hecho en el país se han concentrado en rocas de otros periodos como el cretácico debido al potencial para la explotación de hidrocarburos. Este tipo de trabajo complementa la información que posee el Servicio Geológico Colombiano y evidenciaría el potencial en recursos minerales como cobre y oro que se podrían extraer de estas formaciones.

Y esta ampliación del conocimiento sobre la geología del país no solo es una oportunidad para el aprovechamiento de los recursos minerales presentes en el territorio colombiano, sino que también son fundamentales para la gestión del riesgo.

Valle de Aburrá

Uno de los riesgos comunes en los Andes del norte son los movimientos de masa, debido a la presencia generalizada de pendientes pronunciadas, suelos inestables propensos a la erosión y las fuertes lluvias. Adicionalmente, la presión poblacional en muchos de estos lugares aumenta las zonas susceptibles a estos fenómenos, lo que se evidencia con los miles de millones de dólares en pérdidas de infraestructura.

En el valle de Aburrá se ubica Medellín y su área metropolitana de más de 4 millones de habitantes, muchos de ellos residiendo en las laderas. Con una media anual de precipitación de 1800 mm, las lluvias se convierten en uno de los principales factores que inciden en episodios de deslizamientos.

A pesar de esto, todavía nos falta una mejor comprensión sobre el comportamiento del agua en el suelo y subsuelo. Por eso investigadores de EGEO realizaron mediciones básicas de hidrología de suelos y estudios geofísicos convencionales en un lote experimental de 4 hectáreas con una pendiente de 33% y que presenta el fenómeno de reptación: es decir, un corrimiento del suelo por la inestabilidad de un talud.

Estudios previos sobre corrimiento de suelos y las causas de desestabilización de las laderas se han enfocado en la acumulación de presión intersticial (los espacios entre distintos elementos del suelo como rocas, raíces etc.). Los investigadores de EGEO abordaron el problema de manera diferente basándose en la hipótesis de que la reptación de los suelos es controlada por cómo se comporta el agua del suelo.

Por eso midieron variables simples de escorrentía y filtración, además de inspecciones convencionales de geofísica para entender mejor cómo el suelo se mueve cuesta abajo, cuáles





capas del suelo están involucradas en el proceso de reptación y cómo la hidrología controla las dinámicas de ese movimiento.

¿Qué encontraron? La media de escorrentía – agua de lluvia que discurre por un terreno- variaba del 4% al 11% del total de la precipitación y los mayores valores coincidían con un suelo de condiciones previas de humedad. Esta condición junto a la característica rocosa y porosa del suelo inciden más en los niveles de escorrentía que el tipo de cobertura que presenta.

La filtración del agua en dos capas diferentes del suelo llegó a estar entre el 89% y el 96% del total de la lluvia que cae y hay un significativo componente de flujos de agua en la masa del suelo, consistente con su naturaleza arcillosa y las rutas que toma son irregulares y discontinuas, con canales preferenciales desarrollados a través de guijarros y bloques de piedra, muy posiblemente en una zona de agua subterránea acumulada.

Así fue como se encontró que los suelos en el sitio de estudio tienden a tener condiciones de humedad altas (periódicamente saturados) y casi nunca alcanzan niveles bajos. Los altos valores de filtración y lo poco profundo del nivel freático explican la baja variación en el contenido de humedad del suelo y los altos valores de drenaje y flujo de subsuperficie, unos resultados que sugieren que las zonas loma arriba del lote experimental aportan a la reposición de agua en estos suelos.

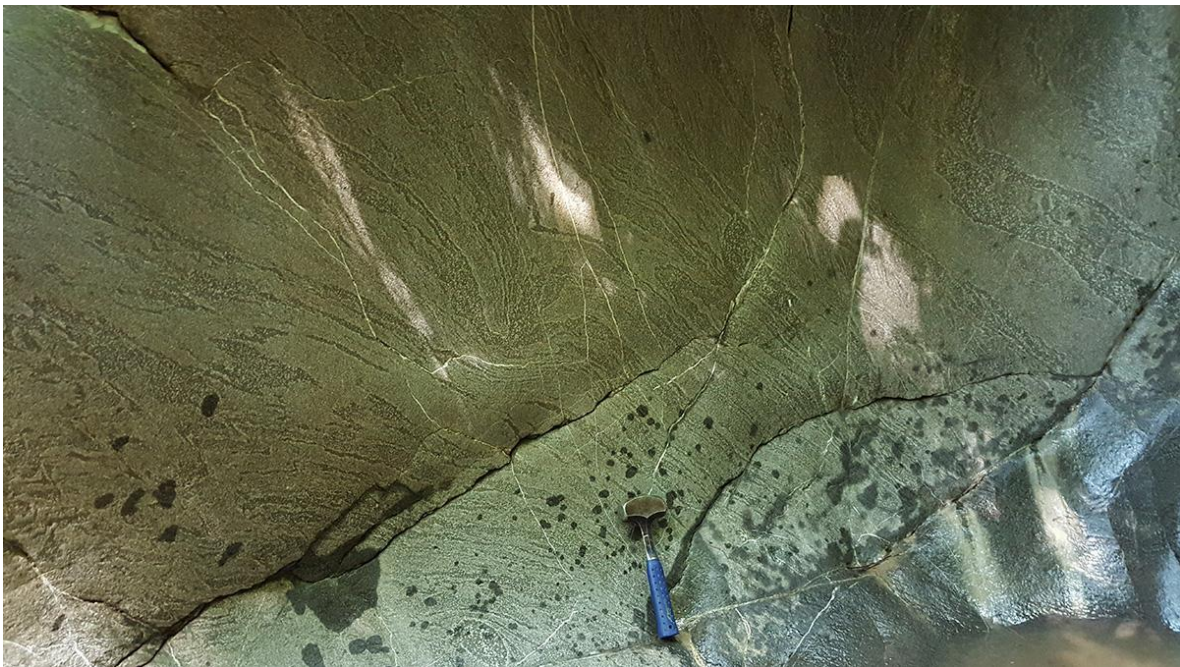
Todos estos hallazgos son apenas el inicio para entender mejor el comportamiento de las laderas que ocupamos para gestionar mejor su uso y reducir los riesgos que presentan para las poblaciones de estos lugares y tener mejores elementos de juicio para realizar obras de infraestructura y determinar patrones de ocupación del territorio.

Gracias a la experiencia adquirida en distintas investigaciones geológicas de todo tipo por parte del grupo EGEA, se pueden abordar retos presentes y futuros con la claridad que el conocimiento del pasado nos brinda.



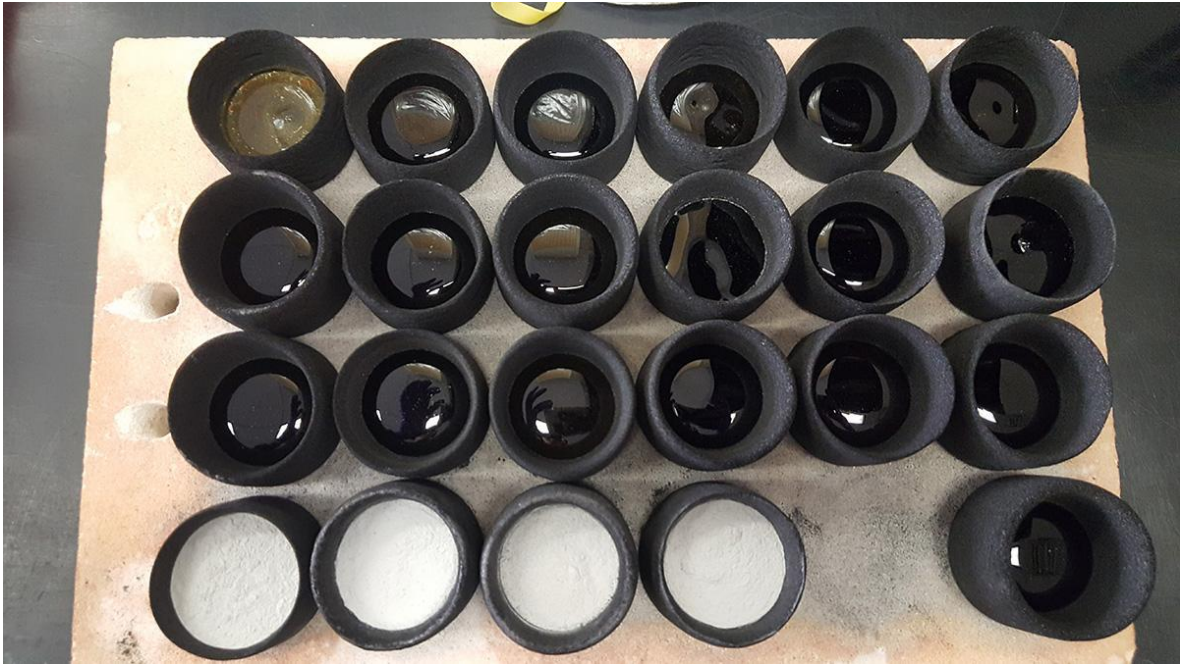


Cerro Tusa y Cerro El Sillón, relacionados con volcanes existentes hace ocho millones de años. Fotos: Juan Sebastián Ríos. (Tomada de la Agencia de Noticias de la UN <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/solo-ocho-millones-de-anos-duro-activa-cadena-volcanica-del-norte-de-colombia#lg=1&slide=3>)



Rocas Volcánicas (Tomada de la Agencia de Noticias de la UN <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/solo-ocho-millones-de-anos-duro-activa-cadena-volcanica-del-norte-de-colombia#lg=1&slide=3>)





Proceso de preparación de rocas para análisis geoquímicos. (Tomada de la Agencia de Noticias de la UN <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/solo-ocho-millones-de-anos-duro-activa-cadena-volcanica-del-norte-de-colombia#lg=1&slide=3>)





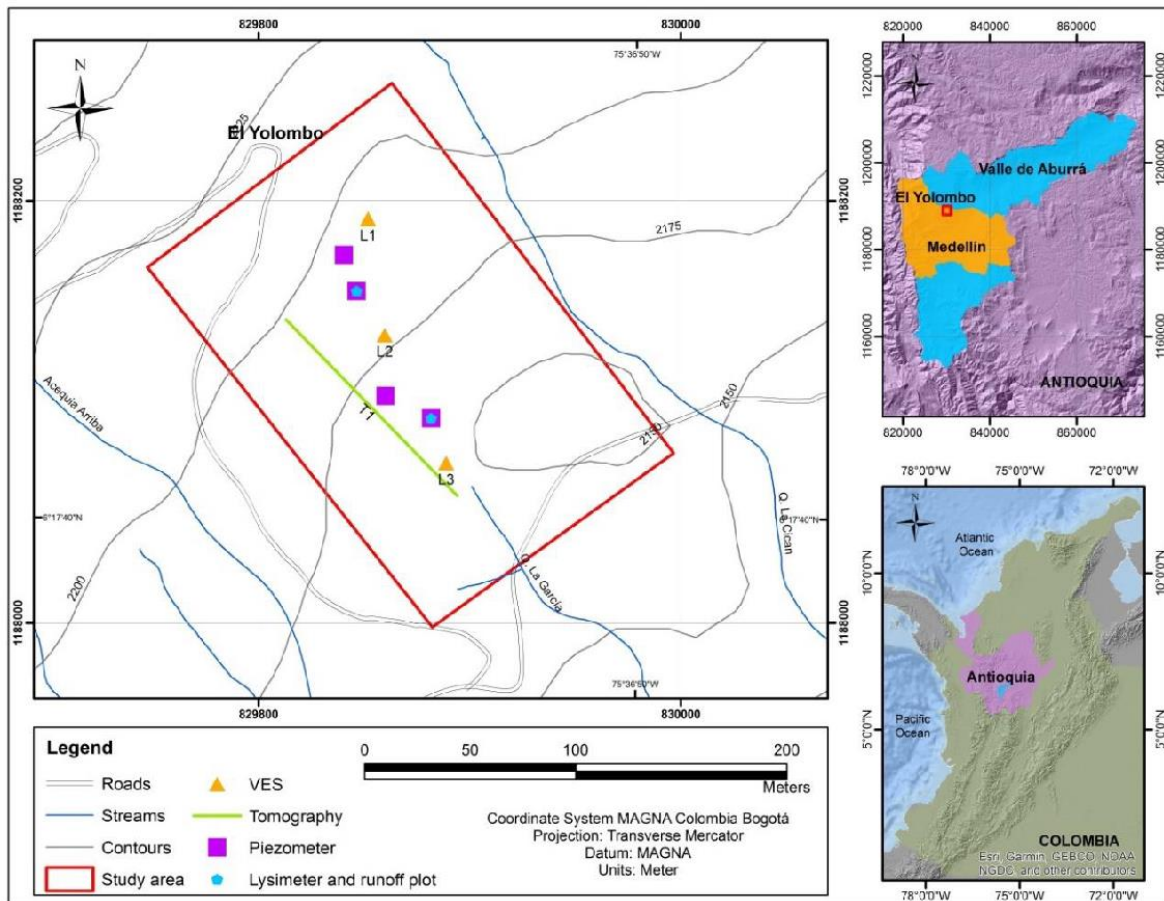
Los diques son rocas que se interponen entre otras, lo cual en geología se denomina intrusión. Fotos: Santiago Hincapié Gómez. (Tomada de la Agencia de Noticias de la UN <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/rocas-del-jurasico-habrian-movido-el-valle-del-magdalena-hace-150-millones-de-anos-1#lg=1&slide=0>)



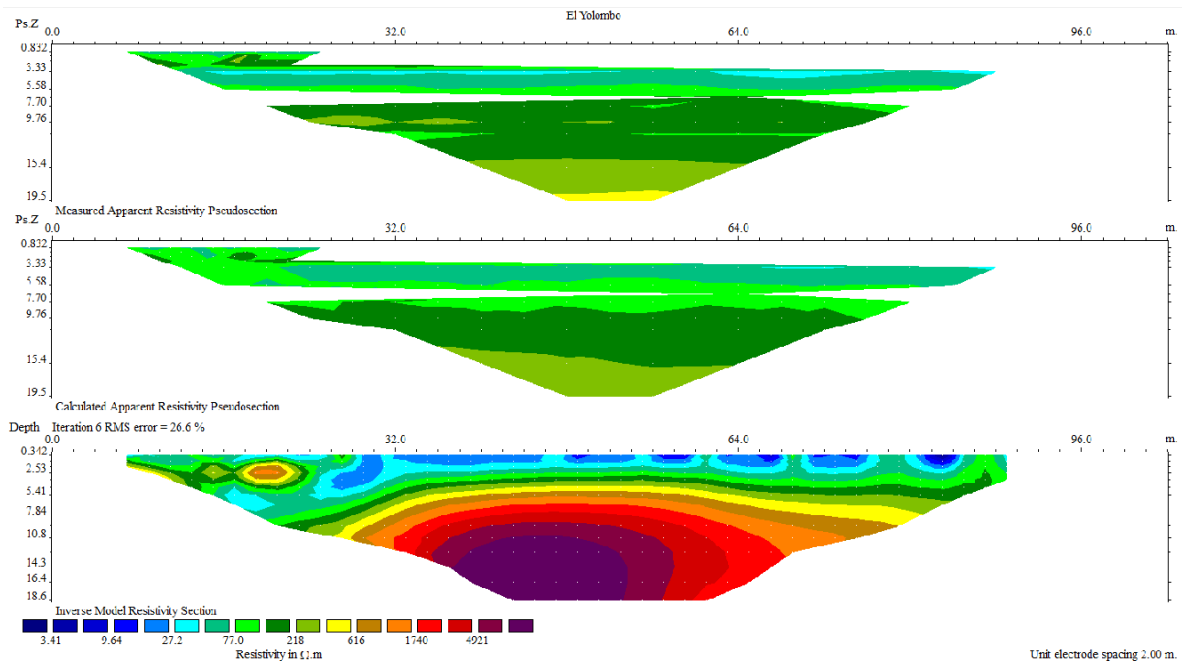


Los diques identificados son del periodo jurásico. (Tomada de la Agencia de Noticias de la UN <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/rocas-del-jurasico-habrian-movido-el-valle-del-magdalena-hace-150-millones-de-anos-1#lg=1&slide=0>)





Ubicación del área de estudio en la ladera occidental del valle de Aburrá. El lote analizado está delimitado por el cuadro rojo. (Tomado del artículo "Unraveling the Dynamics of a Creeping Slope in Northwestern Colombia: Hydrological Variables, and Geoelectrical and Seismic Signatures")



Construcción de una sección tomográfica a lo largo de la máxima pendiente en el sitio del estudio. (Tomado del artículo "Unraveling the Dynamics of a Creeping Slope in Northwestern Colombia: Hydrological Variables, and Geoelectrical and Seismic Signatures")