

ANATOMÍA GEOLÓGICA DE COLOMBIA

*Orlando Navas Camacho**

La geología es la ciencia que estudia la vida y su evolución en la Tierra. Las rocas, los paleoclimas, la formación de volcanes y montañas, la dinámica terrestre, su interior y su contexto planetario, son temas propios de esta ciencia.

Los geólogos manejan una escala de tiempo que inicia hace más de 4.600 millones de años y llega hasta hoy, donde se ubica la franja de tiempo correspondiente al hombre en el período Cuaternario. En el gráfico aparecen las eras geológicas: antigua como el Precámbrico; intermedias como el Paleozoico y Mesozoico y la moderna del Cenozoico.

SITUACIÓN GEOLÓGICA DE COLOMBIA

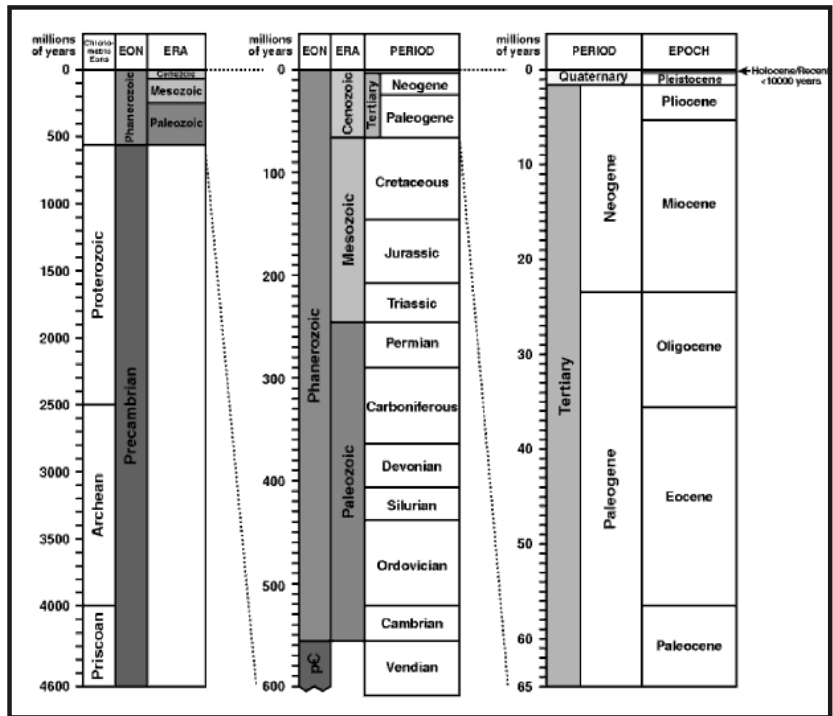
Colombia está situada, dentro del marco tectónico global, en la placa suramericana que sufre un proceso de separación de la placa africana. El vestigio de esa separación es una sutura en el piso del océano Atlántico denominada Rift; allí diariamente sale magma que conforma el piso del océano Atlántico originando un fenómeno de expansión y crecimiento.

Por estar en la esquina noroccidental de la placa suramericana, como se observa en el mapa, Colombia se encuentra en un sitio de choque entre la placa Pacífica, oceánica, y el borde de la placa suramericana; allí la placa Pacífica empieza a penetrar debajo de ella, en un evento conocido como subducción. La placa del Caribe también presenta una zona de subducción y penetra a una velocidad de 1 a 2 cm por año. La placa Pacífica penetra a una velocidad mayor, 6 cm/año.

Este juego de movimientos de placas produce una serie de fallas de sentido SE – NW, como las fallas de Romeral, Cauca-Patía, Soapaga y la del borde este de la Cordillera Oriental. También se originan fallas de rumbo, como la

* Geólogo. Presidente, Sociedad Colombiana de Geología.

ESCALA DE TIEMPO GEOLÓGICO



falla de Bucaramanga-Santa Marta que desplazó la Sierra Nevada de Santa Marta, un ente tectónico de la Cordillera Central, hacia el noroeste por varios kilómetros. Debido a las fallas se genera mucho esfuerzo y acumulación de energía que, al liberarse, da origen a un considerable número de sismos en la zona.

La placa Pacífica subduce la placa suramericana levantando las cordilleras. Una vez éstas se forman, comienzan eventos de erosión, transporte y acumulación de materiales en una cuenca de sedimentación interna.

Cuando la placa oceánica llega a cierto nivel de profundidad, se vuelven a fundir las rocas del piso oceánico, entonces este nuevo magma busca zonas de debilidad y comienza a ascender generando su enfriamiento y formando rocas intrusivas cuando se solidifican dentro de la corteza continental. Por

condiciones especiales del magma, puede haber emisión de gases que salen a la superficie formando las rocas efusivas, volcánicas o explosivas.

En el país hay una cadena de volcanes que van desde Manizales, con el volcán Nevado del Ruiz, y continúa hasta el Ecuador; esta serie de formaciones volcánicas obedece a dicho origen.

Como consecuencia del choque de placas emergió la Cordillera Central, primera cadena montañosa que se elevó en Colombia. Su formación creó una cuenca interna, constituida por un mar interno con variada fauna marina que incluyó reptiles marinos gigantes. Cuando esta cuenca se relleno con sedimentos y por un proceso posterior de empujes desde la zona de subducción contra el cratón, estos sedimentos emergieron y formaron la Cordillera Oriental, que es la última en aparecer en la historia de las cordilleras de nuestro territorio. Primero emergió la Cordillera Central, después la Occidental como consecuencia de un salto de la zona de subducción y posteriormente emerge la Cordillera Oriental donde los restos de reptiles gigantes quedaron fosilizados y por ello es común encontrarlos en zonas como Villa de Leyva y en los altiplanos de esta cordillera.

CONFIGURACIÓN TECTÓNICA DE COLOMBIA

En el mapa se evidencian las grandes fallas que cruzan y afectan el territorio colombiano. Las rocas más antiguas al oriente constituyen la zona relativamente más estable; de otro lado, está la zona de subducción conocida como la paleosutura del Romeral y la actual zona de subducción denominada Fosa de Colombia.

AMENAZAS SÍSMICAS

El sector con evaluación sísmica es aquel donde se acumula energía potencial que luego se libera produciendo movimientos a lo largo del continente. En el mapa correspondiente aparece la franja de color rojo, la Cordillera Occidental y todo el corredor o Andén Pacífico constituye una franja de alta amenaza sísmica, demarcando la zona de choque de placas y subducción de la placa Pacífica. También el borde de la Cordillera Oriental es una zona de alta amenaza sísmica debido a la falla frontal de la cordillera que la delimita geológicamente del piedemonte llanero. Los colores amarillos corresponden a zonas con amenaza sísmica intermedia. La menor amenaza se denota por los colores verdes: la parte oriental del territorio hacia la Orinoquia y Amazonia colombianas, presenta amenaza sísmica baja.

ACUÍFEROS

Otro aspecto que estudia la geología son los acuíferos, depósitos de agua subterránea que se forman por la acumulación del agua infiltrada en las partes bajas o en los valles, en rocas o depósitos porosos. En la parte alta, cuando llueve, el agua se distribuye de dos maneras: aguas de escorrentía y aguas de infiltración en sectores provistos de rocas porosas, permeables e intercomunicadas que facilitan el movimiento del líquido hacia los valles donde se originan los acuíferos.

La zona fundamental en el sistema de producción de agua subterránea es la superior por ser el lugar donde comienza la infiltración. Este sector se conoce como zona de recarga. La zona de acumulación y la de recarga pueden estar separadas por cientos de metros.

No obstante, si en la zona de recarga se usan fertilizantes se contaminan las aguas infiltradas, hecho que sin duda afecta los acuíferos. Así mismo, si se construye en la zona de recarga, se altera el proceso de infiltración y el sistema hídrico. Frente a esta situación, el doctor Thomas Van der Hammen y su equipo de investigadores plantean la creación de zonas de protección y reserva forestal en las áreas que cumplen esta importante función natural.

PANORAMA DE LOS RECURSOS MINEROS EN COLOMBIA

Carbón

Entre los recursos mineros mejor estudiados en Colombia se encuentran los carbones. Existen depósitos valiosos de carbón en El Cerrejón, La Guajira; la Jagua de Ibirico y La Loma, en Cesar, y en la cuenca Cundiboyacense se presenta un carbón de alta calidad que puede ser exportado mediante la construcción de un ferrocarril que lo conduzca al puerto más cercano y lo haga altamente competitivo en el mercado mundial.

Ante los problemas de suministro de hierro, especialmente para alimentar la siderúrgica de Paz del Río, una de las soluciones sería reconvertirla tecnológicamente y, movilizándolo parte del carbón de la cuenca Cundiboyacense por el río Meta, llevarlo al río Orinoco e intercambiarlo por el hierro proveniente de los depósitos de Venezuela, cuya calidad es óptima. Así el carbón

colombiano puede convertirse en fundamento para solucionar el autoconsumo de aceros y productos siderúrgicos.

Oro y esmeraldas

El oro es mineral precioso importante que ha sido tradicionalmente explotado en el país en muchas zonas auríferas. Sin embargo, su extracción ha estado limitada a la minería de subsistencia y pequeña minería, lo que produce graves problemas ambientales en las zonas de extracción y promueve su desaprovechamiento.

Una estrategia para abordar este problema sería elevar el rango de la minería mediante su organización y tecnificación, para lo cual el Estado debe brindar asesoría técnica y fomento a los grupos mineros.

Las proyecciones de varias multinacionales del oro están centradas en la Serranía de San Lucas, al sur del departamento de Bolívar. Se habla de que allí se sitúa uno de los depósitos auríferos más grandes de Latinoamérica y que podría llegar a ser competitivo en el mundo, pero se carece de los estudios geológicos suficientes, factor que impide hacer esta afirmación con certeza. Además, en esta zona se ha intensificado el conflicto por el dominio sobre los depósitos existentes.

En cuanto a la minería de esmeraldas, quienes trabajan en esto están solicitando al gobierno ayuda para optimizar la exploración y ampliar el área de producción esmeraldífera del país. Además se está desarrollando la cadena productiva de estas gemas, incluyendo un centro internacional de talla, generando valor agregado.

Cobre

En cuanto al cobre, Colombia cuenta con un llamativo yacimiento ubicado en Mocoa, departamento del Putumayo, el cual fue objeto de estudio por parte de INGEOMINAS, que llegó a la etapa de factibilidad. Aunque el precio internacional del mineral ha bajado, disminuyendo la competitividad del yacimiento, el abastecimiento interno para la industria nacional resulta una posibilidad interesante. Igualmente existen los prospectos de Acandí, Murindó y Pantanos en los departamentos de Chocó y Antioquia.

Hierro, azufre, roca fosfórica, yeso y níquel

A lo largo de la parte sur de la Cordillera Central existe azufre, producto mineral asociado a las cadenas volcánicas allí ubicadas. Pese a que el recurso no es competitivo en el mercado mundial, es fundamental para la industria nacional y sería una importante actividad generadora de empleo sobre todo en zonas con población indígena. El azufre, después del petróleo, es un elemento importante para la tecnología y la industria.

Los fosfatos constituyen un gran potencial mineral ubicado en importantes cantidades en la Cordillera Oriental y que permitiría la fertilidad de algunos suelos ácidos, como los orinoquenses. Por desgracia, aparecieron fosfatos de muy bajo precio en Florida, Estados Unidos, lo que ha obligado al país, por resultar más barato, a importar este mineral y sus productos derivados. Igualmente en esta cordillera tenemos ocurrencias de yeso por evaluar.

Todos conocemos la mina de níquel de Cerromatoso, hoy explotada por una multinacional, un mal negocio del que hablaremos más adelante.

PANORAMA DE LOS HIDROCARBUROS EN COLOMBIA

Gas

Un recurso fundamental para el país es el gas natural, almacenado en depósitos ubicados en la plataforma marina de La Guajira, lugar donde se concentra el conflicto colombo-venezolano. En el pasado, el gas que se quemaba en los pozos petroleros, hoy cumple una importante función social y cuenta con una amplia red de distribución.

Trampas petrolíferas

Dentro del proceso de formación de los campos petrolíferos, las rocas generadoras son un factor geológico determinante. Una de las labores que adelantan los geólogos es reconocer estas rocas sedimentarias ricas en materia orgánica que al depositarse en grandes cuencas marinas, bajo ciertas condiciones geológicas, se transforman en hidrocarburos. El petróleo se desplaza hacia las rocas porosas y una vez allí se almacena y deposita en estructuras anticlinales que forman campos de aceite y de gas y aceite. El petróleo también se acumula en sitios donde existen fallas geológicas y por ello son de gran interés los mapas tectónicos que limitan grandes cuencas sedimentarias; algunas trampas se asocian a intrusiones salinas.

La labor de perforación adelantada se ha concentrado en los campos superiores porque su costo es menor. Ante la posible crisis del petróleo en Colombia y la posibilidad de importar el hidrocarburo, se hace inminente la búsqueda y explotación en campos más profundos con un incremento en su costo.

Petróleo

El campo petrolífero con mayor productividad en el país se encuentra en el piedemonte llanero donde se producen 220 millones de barriles al año. Por rango de producción le siguen los campos del Valle del Magdalena, en su valle superior produce 25 millones; en el medio 18 millones y en el valle inferior 200 millones de barriles/año.

Hasta el momento no se ha explorado con todo el rigor este recurso pues, según datos publicados en la revista de ECOPETROL, sólo se ha explorado el 30% de los campos petroleros colombianos, lo que indica que Colombia debe aumentar la acción de exploración si no quiere volver a ser importador de hidrocarburos.

En una reunión mundial sobre el tema de recursos naturales no renovables se discutió la importancia de los minerales y en la espiral que muestra este comportamiento el petróleo aparece como el recurso energético más estratégico. Le siguen, en orden de importancia, las aguas subterráneas, dada su escasez por problemas climáticos y la serie de fenómenos ambientales que enfrenta el planeta.

Dentro de esta espiral, aparecen también en los primeros lugares los materiales de construcción, que en Colombia no se han estudiado y a los cuales no se les presta la debida atención. Los minerales preciosos como el oro están descendiendo debido a su pérdida como valor de cambio para convertirse en un mineral con valor de uso tecnológico por sus particulares características químicas, lo que llevará a tener fuertes fluctuaciones de precio en el mercado.

El tema de los recursos suscita interrogantes relacionados con la certeza sobre su existencia y potencial; definir esto es responsabilidad de los geólogos quienes deben establecer si el país es tan rico en recursos naturales no renovables como se cree. Alguna vez se afirmó que Colombia era, quizás, el país más rico en minerales de América, además se aseguró que era la nación con más aguas superficiales lo que ha llevado a su desperdicio y actual agotamiento o contaminación inmisericorde.

Con esta situación cabe preguntarse: ¿Será que Colombia sólo tiene un poco de cada recurso? ¿Se puede calificar al país como minero o petrolero?. La Nación produce petróleo pero no es petrolera, no forma parte de la OPEP y no es determinante en la fijación internacional del precio. A pesar de ello, el petróleo colombiano es considerado una reserva estratégica de los Estados Unidos en caso de un conflicto en el Oriente Medio.

DIAGNÓSTICO PROPOSITIVO

Cada vez es más urgente para el país retomar los estudios que se venían haciendo con el Inventario Minero Nacional. La información recolectada permitió elaborar mapas indicativos de recursos minerales, de mucha utilidad para los mineros. El inventario debe reactivarse de manera sistemática, utilizando los nuevos modelos geológico-mineros y los más recientes avances en la técnica geoquímica. Para ello es necesario que INGEOMINAS vuelva a retomar su papel estratégico como un Servicio Geológico Colombiano.

Colombia tiene la posibilidad de desarrollar algunos proyectos de gran minería, aunque esto implica grandes capitales de riesgo que pueden ser de origen foráneo o nacional. Entonces es conveniente que la gran minería se desarrolle sin romper la economía de los pequeños mineros y, que las multinacionales no monopolicen el mercado interno, tal como lo han hecho grandes emporios en agricultura, comercio y otros campos donde la industria nacional termina monopolizada.

Durante el precapitalismo y en el capitalismo inicial, el país se comportó como exportador de materia prima, minerales en bruto, situación que condenó a la Nación a ser suministradora de materia prima mineral para su transformación en los grandes centros industriales de los países poderosos. En el caso del petróleo se exporta crudo y se importa, a altos costos, gasolina. Esa relación económica debe desaparecer; al respecto se están adelantando acciones con algunos de los minerales, es el caso de las esmeraldas y el petróleo; de hecho se han reconvertido recientemente dos petroquímicas estatales que permiten hoy exportar a Miami gasolina para la aviación de alta calidad.

Debe sustentarse un modelo de desarrollo de largo plazo, no coyuntural como se tiene hoy, donde cada administración formula un Plan Nacional de Desarrollo que cambia cada cuatro años. La visión del desarrollo debe sustentarse en un POT nacional y para el sector energético soportado por el Plan Nacional Minero-energético. De esa manera, la minería pasa a ser una actividad que contribuye a la construcción del Estado Unitario Regional y a la soberanía nacional.

Se deben revisar las políticas y estrategias con que se negocian los recursos mineros, asumiendo una posición patriótica, evitando crear situaciones de pérdida para el país, como ha venido sucediendo. Durante cinco años se extrajo carbón en El Cerrejón perdiendo cuatro dólares por tonelada, pérdida asumida con las ganancias del petróleo. La venta de la participación colombiana en el proyecto, según documento de la CGR, se realizó con pérdida patrimonial para el país.

En las minas de níquel de Cerromatoso, la Nación hizo una gran inversión de manera conjunta con capital foráneo, bajaron los precios internacionales del níquel y empezaron las pérdidas; cuando la curva de precios empezó a equilibrarse y volvieron las ganancias, el Estado vendió su participación a la multinacional.

Otro hecho que ejemplifica la carencia de una visión empresarial sobre los recursos minero-energéticos, fue la discusión sobre la privatización de Ecogas y la red de distribución. El debate sobre la privatización de esta empresa se dio en el Segundo Congreso Petrolero Colombiano, en donde se puntualizó la necesidad de contemplar los ingentes esfuerzos y la enorme inversión hecha para montar la infraestructura que distribuye el gas a lo largo del país. Sin embargo se privatizó la empresa al igual que los Terpeles encargados de la distribución de la gasolina en Colombia y que significan buena ganancia para el Estado.

Se deben realizar esfuerzos orientados a lograr autonomía en la cadena productiva minera para intervenir en todo el proceso y no de manera parcelada como ha sucedido hasta ahora. Esta situación implica realizar parte de la exploración y dejar el resto para que sea ejecutada por particulares nacionales representados en los pequeños y medianos mineros para que realicen transferencia tecnológica e inviertan capital de riesgo con el apoyo del gobierno a través de crédito y asistencia técnica.

La asociación o agrupación de esos mineros permitirá que la pequeña minería y la de subsistencia se organice y tecnifique generando numerosas fuentes de trabajo. Al final de la cadena productiva la rentabilidad radica en comercializar una parte de los subproductos para la industria nacional y los excedentes destinarlos a la exportación.

SITUACIÓN DE LA GEOLOGÍA EN COLOMBIA

En Colombia hay seis escuelas de geología ubicadas en Sogamoso, Bogotá, Medellín y Caldas. Además cuenta con los capítulos de la Sociedad Colombiana de Geología que suman trece y están distribuidos por todo el país.

La organización institucional creada en el país para el sector está encabezada por el ente rector que es el Ministerio de Minas y Energía con dos Vice-ministerios; cuenta con un organismo encargado de elaborar estadísticas y proporcionar información para la formulación de planes. Hay también dos institutos de investigación, INGEOMINAS y MINERCOL, este último producto de la fusión de Mineralco y Ecocarbón. El antiguo Servicio Geológico Colombiano pasó después a ser el Instituto de Investigaciones Geológicas Mineras, INGEOMINAS, instituto al cual se le agregaron las funciones del desaparecido Instituto de Asuntos Nucleares, IAN.

En muchos países, frente a la eventual crisis de energía basada en hidrocarburos, se da especial relevancia al estudio de energías alternativas. En contravía con estas tendencias, el IAN resultó anexado al INGEOMINAS, lo que recargó a este último de funciones para las cuales no estaba preparado.

La ola neoliberal afectó los estudios geológicos en Colombia ya que impuso la generación de recursos por parte de los Institutos de Investigación, catalogando de no eficientes aquellos que no cumplieran las metas de ingresos y por ello fueron amenazados con desaparecer. Las entidades de investigación entraron en la disyuntiva de investigar o hacer contratos, lo cual fue mortal para la investigación en el país. INGEOMINAS, IGAC y muchos otros institutos que se dedicaban a la creación de conocimiento se vieron abocados a generar recursos propios y abandonar líneas importantes de investigación.

COLCIENCIAS, ente rector de la Ciencia y Tecnología en el país, fue descapitalizado al iniciar el gobierno de Andrés Pastrana. Ante este hecho, las Sociedades Científicas se vieron obligadas a promover un debate en el Congreso de la República para que fuera recapitalizado. Sin embargo, en la actualidad COLCIENCIAS cuenta con un reducido presupuesto con el cual debe manejar también los Consejos Nacionales Sectoriales.

Las geociencias no cuentan con un Consejo Nacional que oriente las políticas de investigación en el área. Para solucionar esta deficiencia se creó el Comité de Ciencias de la Tierra que también fue descapitalizado, hecho que estancó sus proyecciones. De esta situación se puede concluir que Colombia está en contravía de las ideas capitalistas modernas donde se concibe el poderío de las naciones no solamente por sus recursos naturales sino por la cantidad y el valor del conocimiento que acumulen.

El problema no está en la generación de datos, radica en que éstos deben generar conocimiento que permita utilizar herramientas tecnológicas para conformar modelos. Aumentar el espectro del saber geológico sería posible si existieran simbiosis y concertación tanto de esfuerzos como de recursos entre universidad, Estado y sector privado.

Existe una grave desarticulación entre las instituciones del Estado. Las agencias espaciales venden las imágenes de sensores remotos a precios diferenciales entre las entidades del Estado. En México, por ejemplo, esta situación está reglamentada y las agencias espaciales internacionales están obligadas a vender sus imágenes una sola vez al Estado mexicano. En Colombia, inclusive, resulta engorroso compartir bancos de información entre institutos.

La socialización de la información en geociencias se perjudica al exigir a las instituciones científicas la generación de "productos" que, en términos de mercado, satisfagan "clientes" cuando debe ser la sociedad la directa beneficiada del conocimiento. A la vez, dentro del mismo Estado se obliga a las entidades a vender sus "productos". Esta distorsión reduce la producción científica a un asunto de clientes y productos, razón por la cual merece abolirse.

Es injusto para la sociedad que un escolar pague lo mismo por tener acceso a un mapa que una empresa consultora. Una clara propuesta al respecto es que los escolares, universitarios e investigadores tengan prerrogativas y ojalá libertad para acceder a la información y el conocimiento.

Se propone disminuir las cargas administrativas de los institutos de investigación y que se fortalezcan con presupuestos adecuados. Las regalías deben orientarse a la investigación y al soporte del círculo minero para que eleve su nivel. Evitar el desvío de estos recursos resulta necesario y para ello se requiere veeduría técnica y administrativa debidamente soportada.

Las zonas geográficas donde se da actualmente el conflicto y la confrontación armada son de carácter geopolítico, la soberanía se puede perder cuando no hay estudios y se olvidan los mapas. Se perdió la soberanía sobre la Órbita Geoestacionaria Nacional donde era posible colocar siete satélites, ahora se requiere alquilar el uso satelital en una órbita cuya soberanía fue reconocida por la Constitución del 91.

Un claro ejemplo de lesión a la soberanía en el manejo de información, es la contratación de una empresa geofísica francesa por parte de Ecopetrol para estructurar su banco de información. Hoy esta misma empresa administra el

banco nacional de información petrolera, lo que obliga a los colombianos a recurrir a esa empresa extranjera para acceder a la información que el Estado pagó.

Resulta importante apoyar el ICDE, Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, que debe ser elevada a la categoría de estructura de datos geocientíficos donde, de modo fundamental, accederían tanto la universidad como las organizaciones de carácter privado. COLCIENCIAS debe cumplir el papel de administrar y producir conocimiento, constituyendo un gran centro de consulta de información.

APORTES DE LA GEOLOGÍA AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Uno de los elementos críticos de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), son las escalas en la información cartográfica que se maneja; mientras el nivel nacional tiene amplia cobertura, no sucede lo mismo con los niveles regional y municipal. Hay escasez de información para alimentar los POT municipales, ahí radica una de las grandes fallas del Estado colombiano.

La contribución de la geología es aportar la información que permita a los municipios y regiones definir los polos de desarrollo minero y energético, establecer los depósitos existentes y ayudar a concretar la vocación económica de cada zona. En los POT es necesario establecer cuáles son las zonas de recarga de las aguas subterráneas y determinarlas como intocables si se quieren mantener. Este punto, debemos reiterar, es de importancia estratégica en un futuro muy cercano.

Otro tema que es objeto de estudio por parte de los geólogos son las amenazas geológicas. Por ello se hace indispensable informar a la sociedad y definir en los POT las zonas de amenazas sísmicas o volcánicas restringidas para uso habitacional.

En cuanto al cubrimiento de información geológica en mapas, se tiene por departamentos y en escala 1:100.000. Todavía no está cubierto el país, existe mucha información en proceso de digitalización. En las escalas intermedias, la información no está completa y en escalas puntuales es escasa y desagregada.

Los geólogos contribuyen en la formulación de los POT utilizando las herramientas tecnológicas como las imágenes satelitales que juegan un papel fundamental en el soporte de estudios que involucran el ámbito regional y local.