

# Boletín Informativo del Colegio de Geólogos de Costa Rica



Agosto del 2023 • Nueva Época • Vol. 2, N°2



## Edición del 50 Aniversario

## Nota del presidente:

¡Nuestras primeras cinco décadas!

Estimados colegas, en esta ocasión reciben una revista digital muy especial. Esta publicación será recordada como el boletín de nuestro 50 Aniversario.

En mi gestión como presidente del Colegio de Geólogos de Costa Rica me ha correspondido el alto honor, pero también la gran responsabilidad, de coordinar con un extraordinario equipo de colegas, las actividades académicas, ceremoniales y lúdicas, dirigidas a celebrar este medio siglo de nuestra querida institución. Han sido semanas para recordar, agradecer y reconocer. Recordar el camino de aquellos 17 pioneros que sembraron la semilla, agradecer a Dios por la inspiración de quienes continuaron su obra a través de todos estos años, mujeres y hombres que nos llenan de orgullo y reconocer a todas las personas geólogos de Costa Rica que, diariamente contribuyen al crecimiento de nuestra reputación como colegio profesional. Estos 50 años nos confirman que el cambio es la permanente que nos impulsa hacia el futuro. De las rudimentarias herramientas del pasado, hoy asistimos a una revolución tecnológica que nos obliga a estar actualizados. Nuestros aportes al desarrollo son cada vez más interdisciplinarios y con frecuencia nuestra visión científica se debate en medio de opiniones ideológicas para las que también debemos estar preparados.

Celebramos el anuncio que hizo el viceministro de energía, Ronny Rodríguez, de que junto con algunos diputados está empujando la creación del Servicio Geológico Nacional. Aplaudimos la nueva visión que ya no sataniza la urgencia que tiene Costa Rica de saber dónde, cuantos y cuáles son los recursos naturales que son propiedad del Estado, valga decir de todos los costarricenses.

Los próximos 50 años vendrán cargados con sus propios desafíos y para cuando nosotros ya nos estemos, vendrán otros 50 y otros 50 años más, periodos infinitamente pequeños desde nuestra óptica geológica, pero enormes desde nuestra finita condición humana. Ojalá que mañana, como lo hacemos hoy, las futuras generaciones de geólogos nos recuerden por nuestros aportes al conocimiento y a la práctica de la que, sin duda, es la profesión más hermosa que pudimos escoger.

Nuestro Colegio será tan grande como el compromiso de cada uno de sus miembros. Recuerden que el Colegio somos todos.



**Junta Directiva**

Presidente:  
Arnoldo Rudín Arias  
Vicepresidente:  
Mauro Fallas Solano  
Secretario:  
Diego Guadamuz

Tesorerera:  
Yannie Fallas Rodríguez  
Vocal I:  
Edwin Garita  
Vocal II:  
Priscila Vargas Calderón

Vocal III:  
Pablo Dormond  
Vocal IV:  
Kenneth Bolaños Irigaray  
Fiscal:  
Guiselle Phillips Arguedas

**Editores**

Sergio Mora Castro

**Periodista**

José Andrés Soto

**Diseño gráfico**

Guiselle Phillips

## ¡Por lo alto! Así celebramos nuestro 50 aniversario

Viceministro Ronny Rodríguez anuncia impulso a la creación del Servicio geológico.

¡Esplendida!, así fue la noche que reunió a colegas e invitados especiales para celebrar, en el emblemático Teatro Nacional, el 50 aniversario del Colegio de Geólogos de Costa Rica.

El 14 de junio del 2023, será recordado, porque este día las personas geólogas que hacen grande al gremio, tuvieron la oportunidad de recordar, agradecer y proyectar el futuro de la institución que nació hace medio siglo gracias a la Ley N° 5230 que, sentó las bases para la unidad y el compromiso de nuestra profesión con el desarrollo de Costa Rica.

El presidente del Colegio, Arnoldo Rudín, destacó el papel fundacional del Dr. César Dóndoli Burgazzi; reconocido "Padre de la Geología" que, junto con otros 17 destacados profesionales constituyeron en 1968 la Asociación de Geólogos de Costa Rica que, cinco años después; el 2 de julio de 1973 se constituyeron como los pioneros del naciente colegio profesional.



Dr. César Dóndoli Burgazzi. Padre de la Geología en Costa Rica

En su discurso, el Presidente del Colegio, Arnoldo Rudín, dijo que "La labor del Colegio de Geólogos de Costa Rica ha sido esencial para impulsar el desarrollo sostenible de nuestro país. A lo largo de estos 50 años, hemos trabajado en estrecha colaboración con instituciones gubernamentales y no gubernamentales para garantizar una gestión adecuada y responsable de nuestros recursos naturales."



"En este aniversario, nos enorgullece mirar atrás y reconocer los logros alcanzados. Pero también miramos hacia el futuro y reafirmamos nuestro compromiso de seguir contribuyendo al desarrollo nacional en las próximas décadas" Arnoldo Rudín. Presidente del Colegio de Geólogos.



## Homenaje a los pioneros

Hace 55 años, el Dr. Rolando Castillo, integró la Asociación de Geólogos. Él, junto con 17 profesionales más se constituyeron en el grupo pionero que, tras la creación de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica, impulsaron la creación del Colegio de Geólogos de Costa Rica.

Hoy 50 años después, don Rolando; a sus 86 años, sigue activo. Desde su jubilación ha estado dedicado a labores agrícolas y pecuarias propias en su finca Cacho Negro y desde el 2012 se ha dedicado al levantamiento del Atlas Geoquímico de Costa Rica.

“Oteo con gran nostalgia el ya lejano pasado en donde muchos de los que conformaron esta institución profesional ya no están con nosotros. Ruego por su eterno descanso”, dijo don Rolando, quien agregó que, “Ante tan significativa concurrencia de profesionales en ciencias geológicas, en esta antigua e icónica joya cultural del país, percibo un hálito de esperanza en los profesionales presentes y futuros”.



*La fiscal, Geóloga Guiselle Phillips, entrega al Dr. Rolando Castillo, el reconocimiento por su aporte a la creación del Colegio de Geólogos de Costa Rica.*

## Bocetear el futuro

En la celebración del 50 Aniversario del Colegio de Geólogos, la directora de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica, Guaria Cárdenas, expresó que “Los aniversarios son hitos que nos permiten reflexionar y repensar sobre la historia”

“Quedan muchos retos que como escuela y colegio debemos plantearnos y trabajar conjuntamente para resolverlos. Como personas que nos dedicamos a un quehacer científico en diferentes campos de acción en la industria, en instituciones del estado,

como consultores, en la academia debemos ante todo tener como bandera la ética que nos ha caracterizado y demostrar que si es posible el desarrollo dentro de la ciencia con ética y calidad humana.” Dijo.



*La directora de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica hizo un llamado para aprovechar el infinito recurso que la tecnología para mejorar el análisis geológico y el trabajo de las personas profesionales en Geología.*

## Impulso al Servicio Geológico

Y la noticia del esperado Servicio Geológico Nacional vino de la mano del viceministro de energía, Ronny Rodríguez quién, en su discurso, le dio la buena nueva al gremio: “Con el apoyo de algunas fracciones legislativas, impulsamos el proyecto de ley para la creación del Servicio Geológico”, anunció.

“Es fundamental hacer la prospectiva para identificar nuestros recursos. No debemos hacer presunciones, sino tener constataciones para hablar claramente con que contamos. La investigación es clave, tenemos que impulsarla porque sin ella no tenemos datos y sin datos no podremos tomar decisiones y si no tomamos decisiones empezamos a cometer errores”, enfatizó Rodríguez.



*El viceministro de energía, Ronny Rodríguez, felicitó la función de rectoría que el Estado le ha confiado al Colegio de Geólogos y los invitó a desarrollar la investigación con más investigación.*

# ¡Gracias a nuestros patrocinadores!



## Artículos:

Advertencia: Las afirmaciones, opiniones y conclusiones vertidas por los autores firmantes de los artículos técnicos, de opinión, anecdóticos y literarios, son de su propia y entera responsabilidad y no constituyen necesariamente la posición oficial del Colegio de Geólogos de Costa Rica.

### **LAS REUNIONES DE GEÓLOGOS DE AMÉRICA CENTRAL (1965-1977) Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO DE LA GEOLOGÍA CENTROAMERICANA**

Gerardo J. Soto

Geólogo consultor; Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

Cibercorreo: katomirodriguez@yahoo.com

En la soleada mañana del lunes 22 de febrero de 1965 se inauguró, en San José, la Primera Reunión de Geólogos de América Central. La ciudad olía a ceniza, porque el Irazú la había rociado por casi dos años, y por eso una gira con 36 excursionistas fue al volcán, como parte del congreso, al día siguiente de la inauguración.

Esa reunión (del 22 al 27), fue alentada a partir de un previo encuentro de geólogos gubernamentales celebrado en Guatemala, en donde se recibió la invitación de un grupo de geólogos costarricenses. Se apersonaron 55 colegas de diferentes instituciones y especialidades, del istmo y de varios otros países. A la gala inaugural asistió el entonces presidente Francisco Orlich, y se develó un retrato del geólogo alemán Karl Sapper, el cual aún se conserva en el edificio de la Escuela Centroamericana de Geología. El homenaje resaltaba su labor de exploración e investigación en todo el istmo, en tanto se cumplirían veinte años de su muerte (29 de marzo de 1945), y por ser considerado el padre de la geología centroamericana, además de un insigne mapeador geológico.

Como complemento previo, un par de semanas antes, un grupo de expertos en vulcanología se había congregado en San Salvador, donde habían recomendado promover los estudios sismológicos y vulcanológicos en la región, encaminados en parte hacia la prospección geotérmica y la adopción de normas para el mapeo básico y vulcanológico a escalas medianas.

Un sesudo grupo de conclusiones y

recomendaciones emanó de la reunión josefina. Se abogó por la creación de una escuela regional de geología, que se concretó pocos años después en el mismo lugar donde se estaban reuniendo, y fue su mejor tarea cumplida. Insistieron en el fomento de los estudios geológicos en los programas de valuación de recursos naturales y particularmente mineros, así como para las grandes obras de ingeniería, en la necesidad de compendiar e inventariar la información de perforaciones, en promover e incentivar la publicación de la información geológica producida, y sobre todo realizar “el levantamiento de la geología de superficie”. Un año después se dieron a conocer, en las Publicaciones Geológicas del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), 8 de los 15 trabajos presentados durante la reunión.

La Segunda Reunión de Geólogos de América Central se realizó en Guatemala veintiún meses después, del 21 al 24 de noviembre de 1967, con la participación de 87 geocientíficos de una diversidad internacional más amplia que la primera. Se presentaron 22 exposiciones, y de estas se publicaron 17 en otro volumen especial del ICAITI, tres años después.

Las “Reuniones de Geólogos” continuaron con periodicidad hasta la quinta: la tercera los reunió de nuevo en San José en 1971, la cuarta en Tegucigalpa en 1974 y viajaron a Managua en 1977, para la quinta. Todas estuvieron bajo la secretaría técnica de Gabriel Dengo, y la égida, apoyo e impulso del ICAITI. Estas primeras reuniones fueron claves en el impulso de la geología centroamericana, la docencia e investigación, y en la promoción de la cartografía geológica, que fue una constante en sus recomendaciones y conclusiones. A nivel gremial, también fueron un acicate, pues después

de la reunión en San José, se consolidó la Asociación de Geólogos de Costa Rica en 1966, que fue la institución que organizó la Tercera Reunión en 1971.

Las sendas políticas y bélicas de la región dilataron las reuniones, y entonces, la sexta, que empezó a conocerse como “congreso” hubo de esperar hasta 1984, en Managua, y a brincos y saltos, con periodos dispares, han llegado a catorce, con el que se celebró de nuevo en San José en el 2022.

Las primeras cuatro reuniones condujeron a señeros documentos publicados por el ICAITI, promoviendo el mapeo geológico, los estudios conjuntos internacionales, y el desarrollo de los georrecursos y la geofísica. En la reunión en Tegucigalpa se presentó el primer borrador del mapa geológico de América Central a escala 1:1 millón, compilado por el ICAITI, en donde se hicieron ver los problemas de coincidencia en las zonas fronterizas y de nomenclatura estratigráfica, así como la imperiosa necesidad de una base topográfica adecuada, para lo cual se solicitó la colaboración del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. La realización de un mapa geológico regional, empero, todavía sigue pendiente.

En Tegucigalpa también se promovió la creación de un ente permanente para la consecución periódica del Congreso Geológico de América Central, que en ese tiempo se intentó estuviera bajo el amparo del ICAITI, pero los problemas señalados dejaron en el olvido la iniciativa. Debería crearse un consejo permanente del Congreso Geológico de América Central para asegurarse la continuidad periódica de esta actividad, y del cumplimiento de sus propuestas, para que no queden en el olvido.

Siempre es bueno recordar a aquellos pioneros de hace casi seis décadas, cuyos devenires darían de una u otra forma al Colegio de Geólogos de Costa Rica, hace medio siglo, y quienes son nuestros padres intelectuales geológicos.



*Geólogos, amigos y pioneros. Gregorio Escalante (izq.), y Gabriel Dengo comparten en una reunión geológica en la década de 1980 en San José. Ambos fueron piezas fundamentales en las organizaciones de las primeras reuniones de geólogos de América Central.*



## 14.<sup>a</sup> REUNIÓN INTERNACIONAL GOAL (Costa Rica) Geociencias en el Siglo XXI: Digitalización, sustentabilidad y recursos estratégicos (Geosciences in the 21st Century: Digitalization, sustainability and strategic resources)

Guillermo E. Alvarado; Allan López; Ana M. Araya-Castro

En el marco de la celebración del 50 aniversario del Colegio de Geólogos de Costa Rica, se realizó la 14.ª reunión internacional GOAL, en Costa Rica, del 16 al 21 de marzo del 2023; su tema central fue las “Geociencias en el Siglo XXI: digitalización, sustentabilidad y recursos estratégicos”. El encuentro GOAL fue la continuación, una nueva etapa, que se puede ver como de madurez y crecimiento, postpandemia, iniciada en octubre del año pasado en Greifswald y Freiberg, Alemania. Se caracterizó por la participación de nuevos Goalistas quienes, por su juventud y dinamismo, le están inyectando nuevas y muy creativas ideas a nuestras tareas de difusión y proyección interna y externa, como por ejemplo la confección del libro digital de resúmenes, en formato PDF. Este se socializó y será integrado a la página de internet del grupo GOAL. Lo anterior quedó en manos de Elizéne Veloso. En la edición del libro participaron Ana María Araya-Castro y Carolina Consuegra; su trabajo fue reconocido con un caluroso aplauso de los asistentes. En total, se contó con la participación de 30 miembros de 12 países (Fig. 1).

Cantidad de miembros por país participantes en la reunión anual de GOAL en Costa Rica, 2023



Fuente: Natural Earth Data, 2009 / EPSG: 4326 / Elaborado por: Ana María Araya-Castro, 2023

Fig. 1: Cantidad de miembros participantes, por país, durante la reunión GOAL 2023 en Costa Rica.

### Las conferencias y pósteres

Las charlas se realizaron en el Auditorio César Dóndoli Burgazzi, Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica, San José. La apertura fue el 16 de marzo, dirigida por el colega Reinaldo García; en la mesa principal estuvieron Christina Ifrim y Martin Meschede coordinadores en Alemania. Los organizadores locales principales, Guillermo Alvarado y Allan López, el presidente del Colegio de Geólogos de Costa Rica, Arnoldo Rudín y la representante del DAAD, Dra. Katharina Fleckenstein, directora regional para México, Centroamérica y el Caribe del DAAD. Una vez inaugurado el evento y con la bienvenida a los Goalistas y público en general, se ofreció un ameno café con repostería, para luego iniciar las lucidas e interesantes presentaciones de las charlas y exposición de pósteres. Ambos estuvieron muy variados y balanceados en diversas temáticas y problemáticas locales de interés general (Figs. 2 y 3).

Cantidad de charlas presentadas según el área temática

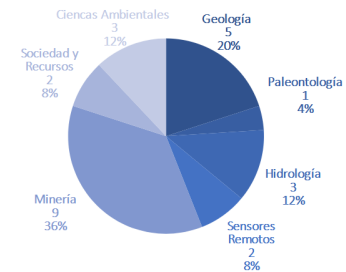


Fig. 2: Cantidad de charlas presentadas por área temática.

Cantidad de pósters presentados según el área temática

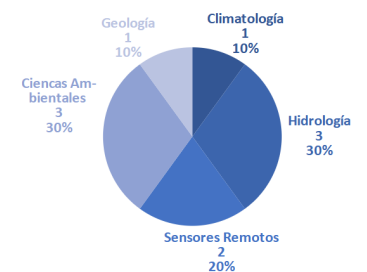


Fig. 3: Cantidad de pósters presentados por área temática.

### Giras de campo

Luego de las charlas se realizó una gira de campo extensa desde el 18 hasta el 21 de marzo (Fig. 4 y 5). El punto de salida fue en las afueras del campus de la Universidad de Costa Rica. La primera parada tuvo lugar en el borde de la Gran Área Metropolitana en el Valle Central de Costa Rica y se extendió hasta el Pacífico Central, en donde se observaron diversos ejemplos de depósitos volcánicos (coladas de lava, avalanchas de escombros volcánicos, ignimbritas, tobas distales de caída) del Neógeno y Cuaternario de Costa Rica. Las discusiones sobre el modo de reconocimiento, ambiente de depositación e historia geológica estuvieron a la orden del día. Se viajó desde



una altitud de 1200 m hasta 80 m por la ruta 27. La gira contó con una parada para observar cocodrilos en el río Tárcoles y almorzar, la cual se cerró en la ciudad de Quepos, que iba a ser el centro de operaciones de campo, muy cerca de las hermosas playas de Manuel Antonio y su mundialmente conocido parque nacional.

Bien temprano para aprovechar la marea baja, al día siguiente (19 de marzo) se hizo un recorrido por los acantilados y costa rocosa, para observar el vulcanismo y sedimentación submarina del Cretácico Superior al Eoceno y que promovió interesantes discusiones. Durante la tarde varios de los participantes visitaron el Parque Nacional Manuel Antonio.



**Fig. 4:** Recorrido general, por días, de las giras de campo (18 al 21 de marzo, 2023).

El 20 de marzo se visitaron las rocas sedimentarias someras del Mioceno, a nivel del mar. En Esterillos Oeste se realizó una amena cena con vistas al mar, en donde se tuvo la oportunidad telúrica de sentir un pequeño sismo local procedente de la zona de subducción, un pequeño presente para muchos de los Goalistas que nunca habían sentido un temblor.

El 21 de marzo se regresó a la capital, con un recorrido amplio que abarcó desde Dominical, la Cordillera Costeña y las partes altas de la cordillera de Talamanca. Se observaron rocas sedimentarias y magmáticas (intrusiones y vulcanismo) del Mioceno, así como el cambio en la vegetación desde el litoral pacífico, con bosque tropical lluvioso, hasta el páramo de Talamanca (altitud de 3.270 m).

## Conclusiones

El evento GOAL 2023 Costa Rica fue un éxito

rotundo, según los mismos participantes lo calificaron. La puntualidad y la logística, así como las exposiciones rocosas y la variedad del paisaje geomorfológico fue de gran interés general, desde el punto de vista académico.

Sobresalió la actividad de los nuevos coordinadores en Alemania (Christina Ifrim y Martin Meschede), quienes conocen bien la región y nuestro idioma e idiosincrasia, por lo que son parte fundamental del nuevo y muy ejecutivo escenario. Por ser personalidades muy conocidas en el medio científico, todo el grupo GOAL se vio tremendamente beneficiado colateralmente. Este gran aporte unido a la experiencia de generaciones, más curtidas, garantiza que las metas y objetivos que nos hemos impuesto para el futuro inmediato posean muy buenas posibilidades de ser alcanzados.

Agradecimientos

El taller GOAL 2023 no hubiera sido posible realizarlo sin la colaboración del Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), al cual se le agradece profundamente. Extensivo es el agradecimiento por toda su colaboración al Colegio de Geólogos de Costa Rica, en particular a los colegas Arnoldo Rudín y Giorgio Murillo, a la Escuela Centroamericana de Geología, en particular a Guaria Cárdenes y sus respectivos equipos de trabajo. La colega Melissa Sánchez colaboró en aspectos técnico y logísticos.



**Fig. 5:** Mosaico de algunas de las escenas de los participantes durante el trabajo y las discusiones de campo.

## Aporte a los 50 años de fundación del Colegio de Geólogos de Costa Rica

Ernesto Echandi Echeverría  
Geólogo consultor; egechandi@gmail.com

En los procesos del desarrollo de la profesión geológica y de la evolución del Colegio de Geólogos, no puede obviarse un acontecimiento muy importante que se produjo a partir de 1967 y que consistió en el inicio de las operaciones del proyecto Investigaciones de Aguas Subterráneas en Zonas Seleccionadas, bajo el auspicio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

El proyecto permitió a los colegas Álvaro Suárez y Mario Fernández recibir una especialización en aguas subterráneas en España; luego le correspondió salir a capacitarse a Ernesto Bruce en geofísica, al Ing. Gunther Schosinsky y a los colegas Marcelino Losilla y Daniel Mora, los que obtuvieron el primer título de una maestría en Hidrogeología en Inglaterra.

La mayoría de estos colegas se convirtieron luego en valiosos profesores de la recién fundada Escuela Centroamericana de Geología, dándole una enorme fortaleza a la rama de la hidrogeología.

El proyecto de Naciones Unidas colocó a Costa Rica como uno de los pioneros en Latinoamérica, en lo que el gran maestro Dr. Emilio Custodio catalogó como el mayor y más importante descubrimiento del siglo veinte: las aguas subterráneas. Resolvió, en un momento crítico, los problemas de abastecimiento público de agua en gran parte del área Metropolitana, en la ciudad de Limón, en la ciudad de Puntarenas y en distintas áreas de Guanacaste.

Pero ahí no acabaron los valiosísimos beneficios de ese proyecto. Resultó que, de manera muy atinada, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo incluyó, como una de las cláusulas para el gobierno de Costa Rica, que una vez que finalizara el proyecto, el Gobierno debía comprometerse a crear una oficina especializada en la investigación, desarrollo y manejo de las aguas subterráneas.

De ahí surgió lo que sería el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas (SENAS), el cual continuó ejerciendo estas labores, de manera muy acertada y profesional. Además, SENAS prosiguió con la tarea de fortalecer la especialización de sus pro-

fesionales en el campo hidrogeológico, mediante capacitaciones en distintos países. De los que recuerdo, José Francisco Rojas, Jorge Chávez, Jorge Herrera, Hugo Rodríguez, Roberto Protti, Alicia Gómez, Eddy Fernández, Julio Elizondo y este servidor. SENAS luego se convertiría en el SENARA, que de igual manera ha proseguido, hasta hoy, realizando una importantísima labor en el campo de las aguas subterráneas.

Todo el proceso descrito permitió que la Hidrogeología se convirtiera en una de las principales ramas de ejercicio profesional de la Geología, tanto en la investigación académica, como en las funciones ejercidas por muchísimos colegas dentro de las oficinas públicas y en el ejercicio privado de la profesión. Puede afirmarse, por lo tanto y sin lugar a duda, que el proyecto de Investigaciones de Aguas Subterráneas en Zonas Seleccionadas marcó un punto de inflexión dentro del quehacer geológico de nuestro país y para el Colegio de Geólogos de Costa Rica.

## Protocolo para la gestión ambiental minera

Allan Cascante Valladares, Consultor independiente: allan.cv1189@gmail.com

Kenneth Bolaños Irigaray, Consultor independiente: keboir@gmail.com

### Introducción

En cualquier proyecto minero es imprescindible tomar en consideración algunas pautas mínimas para el diseño de un plan de regencia, sobre la base de un Plan de Gestión Ambiental existente. El éxito de un Regente radica en no constituirse en un “policía”, sino más bien en un asesor ambiental que instruya al cuerpo técnico sobre las mejores prácticas, para evitar la contaminación, al máximo, o su remediación y evitar sobrecostos causados por accidentes ambientales previsibles.

Para implantar la gestión integral de los compromisos ambientales, se realizan controles de la calidad del agua, de la calidad de aire, tanto para los parámetros físicos como los químicos y biológicos. Dado que el suelo está expuesto a la contaminación, debe incluirse un muestreo periódico para detectar y evitar derrames contaminantes, sobre todo en las cercanías de la planta procesadora. Esta gestión integral representa un compromiso y esfuerzo multidisciplinario para todas las partes involucradas.

En adelante, se esbozan las bases para la elaboración del sistema de control de calidad de las aguas y su normativa correspondiente. Como propósito del protocolo, la prioridad se encuentra en la identificación y prevención de los impactos ambientales en las aguas presentes en el área del proyecto y sus respectivas medidas de mitigación, y que perduren durante todas las fases de la vida del proyecto. A continuación, se ofrece una síntesis de las pautas fundamentales para la regencia y gestión ambiental en los proyectos mineros:

### Establecimiento de la línea base

Parámetros ambientales de las cuencas hidrográficas involucradas y de los espacios físicos en los cuales pueda producirse alguna contaminación durante el desarrollo, operación y cierre de la mina

Es imprescindible definir localidades para realizar muestreos estratégicos, antes y después de la actividad del proyecto, y que generen influencia

sobre la escorrentía natural del terreno y considerando el gradiente del agua subterránea. Los sitios deben mantener su ubicación geográfica exacta a lo largo de la vida del proyecto, los parámetros deben ser los mismos, al igual que el ritmo del muestreo, para poder evaluar adecuadamente las variables naturales y los impactos posibles derivados de la actividad del proyecto.

Al definir los puntos, aguas arriba del proyecto, con relación a los cuerpos de agua superficial y subterránea, se pretende vigilar el estado natural del terreno antes de la operación de la mina. Deberán, entonces, realizarse en el campo las mediciones periódicas de parámetros ambientales, como por ejemplo el pH, turbidez, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, cianuro y sus formas. Igualmente, son importantes los parámetros fisicoquímicos determinados en el laboratorio, como respaldo de las mediciones de campo.

Es importante, también, medir los caudales en los ríos, quebradas aledañas y salidas de túneles existentes, con el fin de llevar un control de los caudales normales, detectar cualquier descarga ajena al proyecto y su evolución respecto del régimen de lluvias. La instalación de una estación meteorológica, en algún punto estratégico dentro del proyecto, también aporta datos valiosos de la precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. Estas mediciones deben comenzar antes de iniciar la operación del proyecto, con el objetivo de establecer la línea base que caracterice la naturaleza de la cuenca hidrográfica. De igual manera debe observarse el nivel freático en los pozos existentes y modelar el comportamiento hidrodinámico de los acuíferos locales, aparte de vigilar la calidad del agua y detectar, eventualmente, la proveniencia de alguna contaminación superficial y/o subterráneas.

Conviene, también, analizar las evidencias de la influencia de alguna otra actividad humana que se realice en los alrededores, como por ejemplo la ganadería, agricultura y el desarrollo urbano y de infraestructura.



## **Análisis de metales pesados: Su geo-disponibilidad y contaminación**

El seguimiento de la calidad de las aguas, mediante el análisis de las aguas, realizado por un laboratorio nacional certificado, mediante ICPMS (espectrómetro de masas por inducción de plasma) y dureza, debe incluir, al menos 29 metales. Debe darse seguimiento a su evolución espaciotemporal y de contenido, según la norma que rige el máximo aceptable y sus implicaciones sobre la salud humana y del ecosistema. Adicionalmente, deberá vigilarse el posible drenaje ácido de la roca y sus implicaciones. Entre los metales más importantes pueden mencionarse: Aluminio, Hierro, Cobre, Zinc, Arsénico, Plomo, Oro, Antimonio, Berilio, Boro, Cadmio, Litio, Mercurio, Níquel, Talio, Titanio, Uranio, Vanadio, entre otros.

## **Aspectos biológicos**

La vigilancia del estado de las aguas de la cuenca, mediante su recolección y posterior análisis en el laboratorio, debe incluir el control biológico de los organismos bentónicos que garanticen que las especies y su población sean óptimos, para mantener la calidad biológica del agua. El nivel de calidad está basado en la clasificación BMWP-CR de Costa Rica. Igualmente, debe realizarse el control bacteriológico del agua, para consumo humano, requerida para operar la mina.

## **Manejo de aguas y efluentes mineros**

Las aguas de escorrentía pluvial deben ser manejadas adecuadamente, mediante un sistema de canales, zanjas, cunetas y alcantarillas, particularmente en algunas de las vías internas de circulación, dentro del área del proyecto. Estas obras de drenaje deben ser mantenidas y proveídas de filtros de piedra y retenciones para evitar el arrastre de sedimentos y reducir la energía hidráulica. Deben agregarse, según las características de la mina y su configuración topográfica, pilas de decantación de sedimentación rellenas de caliza, para controlar la acidez y para contribuir con la separación de componentes sólidos erosionados. En algunos casos será necesaria, como parte del diseño, la construcción de una laguna para regular los caudales resultantes de las lluvias intensas y luego liberarlos, ordenadamente y de manera dosificada, hacia los cuerpos naturales de agua (ríos, quebradas). Antes de cualquier descarga al ambiente, será necesario un análisis de esas aguas, para asegurarse de que cumplen con el Reglamento de vertidos N.º 33601-MINAE-S

En términos generales y, como conclusión, es viable el equilibrio entre un aprovechamiento minero y el ambiente, pero esto requiere de una concepción, de la actividad extractiva, que considere los factores y condicionamientos ambientales de forma integrada y prioritaria, en cada una de las fases del procesos minero-metalúrgico: ¡Minería sostenible!

## Uso y optimización de la maquinaria pesada para minería no metálica, a cielo abierto

Edwin Garita Segura  
Asesor en producción de agregados  
edwingarita@geoprocon.com

Hay un tema que siempre me ha gustado y es el de la maquinaria pesada. De pequeño mi padre hizo su esfuerzo para comprarme una vagoneta, un tractor y un cargador marca TONKA, famosa allá por los años ochenta del siglo pasado. Ya en la vida adulta, pues a uno le sigue gustando este tipo de maquinaria, pero el juego es diferente.

Durante mi vida profesional he podido adquirir conocimientos y acumular experiencias con diferentes tipos de maquinaria para labores mineras y civiles, así que uno va aprendiendo dónde es útil y dónde es mejor utilizar otros tipos de equipo; se aprende sobre rendimientos por hora, tamaños, aditamentos, etc. Así que siempre me llama la atención cuando leo informes mineros que me envían, para analizar o para continuar el trámite y en donde suelen escribir: excavadora de 20 ton, tractor tipo D8 y vagonetas tándem; entonces me salta la duda, ¿será que la o el colega que sugirió esta maquinaria evaluó previamente si es la idónea para el tipo de explotación minera que se va a realizar? Digamos que el cliente está apostando su dinero para esperar que la inversión retorne, y no tener que pagar gastos en reparaciones costosas.

Un proceso minero no se basa solamente en comprender el marco geológico del depósito, sus volúmenes de reserva, dilución y destape para el caso de las canteras, o de las reservas dinámicas y estáticas para el caso de la minería aluvial (i.e. cauces de dominio público). Al futuro concesionario se le debe recomendar si compra o alquila una excavadora de orugas, con un peso de 20 ton, o 25 ton, o 30 ton, pues cada tipo tendrá una altura y capacidad de su brazo y stick, del volumen del balde, etc. y que su funcionalidad y eficiencia dependerán la textura del material pétreo a cargar, su fuerza de penetración, si el proceso de explotación requiere que dicha excavadora utilice un balde estándar, o un balde roquero, o un balde de excavación masiva, o un ripper, o incluso un martillo hidráulico.

Las empresas que fabrican y venden maquinaria pesada (e.g. CAT, Komatsu, Hyundai, Volvo) cuentan con catálogos muy bien elaborados y detallados, que guían, paso a paso, hacia el cálculo del tipo de maquinaria más recomendable.

Claro está, el conocimiento geológico del material a extraer es fundamental. A partir de la investigación previa debe conocerse la composición y características mineralógicas y petrográficas, la distribución espacial de las diaclasas y otras discontinuidades, estratigrafía, granulometría, capacidad de abrasión, velocidad de

la onda P, etc. Estos datos permitirán determinar la herramienta de carga más adecuada, como por ejemplo si el balde se cargará colmatado, o si la vagoneta que ingrese al sitio debe ser una con tándem (i.e. ruedas traseras en pareja), roquera, o articulada, si deberá considerarse un porcentaje mayor de vacíos, o si es mejor realizar una fracturación previa con martillo, o si para la extracción es necesario utilizar voladuras (en el caso de si el tractor roquero, de mando alto, ya no puede avanzar con su Ripper, ni empujar el material).

En un río es relevante conocer la granulometría del aluvión y analizar si es más eficiente cargarlo, con una excavadora de 30 ton, a una vagoneta tándem de 12 m<sup>3</sup> de tres ejes, o una vagoneta articulada de 30 ton, o es mejor hacerlo con una excavadora de 20 ton, o qué decidir si la granulometría cambia a algo más fino y debe considerarse un sistema operativo de producción con rendimientos medios diarios diferentes.

Incluso, nuestro conocimiento geológico le puede indicar, al mecánico de la empresa, que la capacidad abrasiva del material es tal que quizás eso hará que los dientes del balde se gasten antes de lo previsto, o que la técnica usada para “rascar un talud”, con el balde, no es la adecuada, pues le está dañando la base de los dientes del balde y que quizás, la inclusión de un tractor (e.g. tipo D7 o D8) disminuya el tiempo de posible avería de la excavadora, permita obtener material fragmentado más rápido y por ende, aumentar la producción.

Se puede hilar un poco más fino, incluso hasta en el tipo de broca a utilizar para la perforadora, pues dependerá de la composición mineralógica del material, su capacidad de abrasión, etc.

No puedo dejar de lado el tipo de equipo para el acarreo de los materiales, pues no en todos lados es óptimo contar con una vagoneta tándem, o una articulada, o una roquera, pues dependerá del material que será cargado, de la distancia a recorrer, del tipo de camino dentro del río o cantera y de la ruta hacia los patios o la planta de trituración.

Todo influye para tratar de que la concesión minera mejore su producción, busque la optimización en sus costos, que el cliente esté contento y reconozca que su regente geológico es más que “un simple requisito legal que le pide la DGM”.

Los temas relacionados con el conocimiento geológico aplicado para el diseño y ejecución de voladuras y de las plantas de trituración, serán tratados más adelante.



## Caminata familiar en Monserrat de Coronado

Allan Cascante Valladares, Consultor independiente: allan.cv1189@gmail.com

Como parte de las actividades deportivas del 50 aniversario del CGCR se llevó a cabo, el domingo 19 de marzo, la caminata familiar en el sector de Monserrat de Coronado, en el flanco occidental del volcán Irazú. Una de las primeras estaciones fue en el mirador de la catarata (ver foto 1), desde donde se apreciaron los escarpes relacionados al fallamiento tectónico de la localidad. Posteriormente, en el mismo recorrido, descendimos hasta el río Cajón (ver foto 2), en donde se observaron varias coladas de lava con cierta disyunción columnar, además del drenaje ácido, el cual le da la coloración particular al río.

En total, el recorrido fue de 6 km (con 350 m de desnivel positivo) y tuvo una duración de poco más de 3 horas. Contó con la participación de geólogos, acompañados de sus familiares (ver foto 3)

Al finalizar la caminata compartimos un almuerzo en la posada de Monserrat, en donde además, tienen alrededor de 2km de senderos ,con avistamiento de especies locales de aves.

La caminata fue exitosa, fue disfrutada por todos los participantes y además de descubrir varios elementos geológicos y geomorfológicos de la región, contribuyó con la generación de un ambiente de amistad y camaradería. Esperamos volver a repetirla en un futuro cercano.





# Noticias:

## **Invitación a publicar en el Boletín Informativo del CGCR**

Con gran entusiasmo les llevamos un nuevo número del Boletín Informativo del Colegio de Geólogos de Costa Rica, en su segunda época.

Aparecerá periódicamente de forma trimestral, y para esto les invitamos para que envíen material para nuestro boletín. Este puede ser información de interés gremial general, sobre cursos o actividades pasadas o por venir, artículos de opinión o de índole técnica o científica de interés general, e incluso geológicos literarios (un máximo de 4500 caracteres con espacios), o cualquier otro material que considere de interés para el gremio geológico nacional.

Todo lo que envíe es sujeto de ser editado, publicado o no, acorde con el consejo editorial que estará a cargo de esta labor, y será notificado al respecto a su debido momento. Sea cual fuese el material que envíe a este boletín, le recordamos que no debe contener frases o referencias injuriosas, ofensivas o discriminatorias de ningún tipo.

Bienvenidos entonces, a cooperar con el Boletín Informativo del Colegio de Geólogos de Costa Rica.

## Lista de nuevos agremiados

538	Tenorio	Quirós	Katherine	
539	Herrera	Barboza	Adrián	Esteban
540	Abarca	González	Karina	
541	Sánchez	Marchena	Melissa	
542	Abarca	González	Jorge	Eduardo
543	Vindas	Umaña	Andrea	
544	Calvo	Bermúdez	Cristian	Joel
545	Bonilla	Mata	Armando	José
546	Castro	Prado	Daniela	
547	Mora	Castro	Meilyn	Vanessa
548	Godínez	Vargas	Jonathan	Alejandro
549	Rodríguez	Chaves	Natalia	Julissa
550	Gómez	Segura	Michael	Brandon
551	Rodríguez	Fernández	Diego	
552	Fregni	Sandí	Sebastián	Alberto
553	Fernández	Moya	Sergio	Gustavo
554	Gómez	Leal	José	Joaquín
555	Calvo	Hernández	Edson	Steven
556	Calvo	Fernández	Laura	
557	Monge	Badilla	Daniel	
558	Hajaji	Salgado	Sonia	
559	Cubillos	Huapaya	Fabián	
560	Salazar	Vargas	Estefanía	
561	Valverde	Valdez	Maricruz	
562	Arroyo	Alpizar	Deina	<u>Yasdy</u>
563	Leandro	Aguilar	Andrés	Eduardo