

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica. OVSICORI-UNA

Los Lagos cratéricos en Volcanes de Costa Rica.

Introducción.

Los lagos cratéricos son comunes en muchos de los volcanes activos del mundo y cumplen varias funciones fuera del valor escénico que aportan. Estos funcionan como enormes cuerpos condensadores para especies volátiles que se desprenden de la fuente magmática que subyace a los mismos. De esta manera los lagos expresan temperatura, acidez y concentraciones químicas de alto valor científico, que no podrían ser estudiados de otra manera. La energía volcánica subacuática es, a su vez, amortiguada por un espejo de agua que varía en profundidad y diámetro por lo que una dinámica compleja se sucede a través de esos lagos.



Fig.1. Lagos cratéricos calientes de volcanes Poás y Rincón de la Vieja.

En algunos casos el volumen de agua acumulada inhibe la propagación vertical de gases tóxicos, los cuales se acumulan y pueden alcanzar una presión importante hasta generar la liberación violenta afectando la vida humana y animal que se encuentre en la periferia de estos cráteres. De hecho, han sucedido eventos catastróficos derivados de la acumulación de gases tóxicos en el fondo lacustre y su liberación espontánea arrasando la vida humana y animal (ej. Lago Nyos en Camerún, 1986).

Dada la relación estrecha entre la actividad volcánica y los lagos se producen una serie de productos también de mucho valor para la investigación académica. Tal y como se tratara de una inmensa fábrica natural los líquidos y gases forman y transforman productos sólidos en mutaciones que aportan en el entendimiento de la dinámica volcánica. Debido a que estos lagos dependen de la precipitación, en la mayoría de los casos, su nivel fluctúa dependiendo de la estación. Algunos de ellos presentan infiltraciones a las paredes más bajas. Cuando la fuga es de un caudal importante, esta fuente se puede convertir en un contaminante natural aguas abajo. Su color también es variable debido a los aportes de lluvias y sedimentos así como de otros materiales de las paredes cercanas que a veces colapsan a su interior.

Finalmente los lagos representan una amenaza importante de dos modos directos. Pueden generar cambios en las paredes permeables, debido a su volumen y peso, y colapsar rápidamente por las paredes empinadas provocando avalanchas de escombros, fatales para poblaciones que se encuentran a lo largo de ríos y quebradas. También pueden ser evacuados violentamente por la actividad misma del volcán provocando un fenómeno con similares condiciones al mencionado en el punto anterior.

En este ensayo se mencionan los lagos cratéricos en los volcanes de Costa Rica en general y se mencionara aquellos que ocupan cráteres en volcanes activos. En el mejor de los casos se detallara en aquellos lagos de cráteres vecinos a los activos. Se hará una exposición general de características y luego se retomara uno a uno algunos detalles: geoquímicas, morfológicos y descriptivos.

Generalidades de los lagos cratéricos en los volcanes activos.

De los 5 volcanes activos monitoreados por el OVSICORI-UNA, 4 contienen lagos cratéricos. Incluso si se considera la cercanía del Volcán Chato al V. Arenal, contabilizaríamos cinco. Mas aún, algunos macizos volcánicos cuentan con 2 o más lagos cratéricos en su cúspide; tal es el caso de V. Poás y Rincón de la Vieja.

Otros muchos lagos ocupan cavidades cratéricas en volcanes latentes, dormidos o en calderas volcánicas; tal es el caso de V. Tenorio, V. Chato, V. Barva, Monte de la Cruz y Caldera de Bosque Alegre (Laguna de Hule). En estos lagos ha transcurrido desde siglos hasta milenios sin actividad por lo que el líquido se neutraliza y el área circundante al cráter se recupera completamente. Ese proceso de neutralización permite el desarrollo pleno de la micro y macro vida (florística y acuática). Incluso varios de estos lagos han sido objeto de proyectos de piscicultura y de actividades deportivas.

En términos generales la acidez de los lagos cratéricos varían desde los extremos (pH cercano a 0) hasta los más neutrales (pH entre 6 y 7). Las temperaturas, igualmente, oscilan desde las vecindades de los 60°C hasta las más bajas entre 12 y 16°C. Los constituyentes químicos mayores en estos lagos son: Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Cloro, y Flúor. Entre sus gases disueltos mas abundantes están: Dióxido de Carbono, Nitrógeno, Argón y Oxígeno.

Destacable en los lagos cratéricos es el hecho de que la evaporación de compuestos (ácidos, tóxicos y corrosivos) explican la intensa acidificación ambiental que afecta a la vegetación, infraestructura metálica, vida humana y animal. Algunos de estos gases son: Acido clorhídrico, Sulfuro de Hidrogeno, Dióxido de Azufre y acido Hidrosulfúrico.

Respecto a su batimetría, las formas (vistos en planta) son tan variadas como sus formas vistas de perfil. Algunos tienen forma redonda, subredondeada y media luna. El grado de pendiente desde la superficie (en la orilla) hasta el punto mas hondo varía de acuerdo a la erosión que el cráter haya experimentado y al nivel de actividad que aún mantienen. Así, los cráteres más viejos muestran mayor aporte de sedimentos desde las paredes cercanas y menos profundidad. En forma opuesta, en cráteres jóvenes, que mantienen erupciones esporádicas y recientes, el nivel de erosión es menor, son más profundos y tienen la capacidad de evacuar sedimentos del fondo. Una generalización de profundidades los ubican entre 8m (someros) hasta 71m (profundos).

Los diámetros de los lagos cratéricos varían grandemente desde aquellos reducidos a pocas decenas de metros (Turrialba Central) hasta los que alcanzan muchos cientos de metros (Hule o Río Cuarto).

Un aspecto relevante para el escenario de peligros volcánicos, es que en una campaña de estudio sistemático de lagos cratéricos en Costa Rica (enero de 2001) se descartó la acumulación de bolsas peligrosas de gas en el fondo lacustre. El proceso de estratificación (acumulación de gases por capas) no se verificó sino más bien en los lagos hiperácidos y calientes se confirmó que la actividad volcánica misma se encarga de mantener una sana mezcla del cuerpo de agua. Tampoco se pudo verificar estratificación térmica por la razón antecedente. En el caso de los lagos fríos el gradiente térmico se ajusta a lo esperable para cuerpos neutrales de agua. Finalmente se debe indicar que los niveles de sólidos totales en suspensión (TDS), varían enormemente desde unas pocas unidades en lagos quietos, fríos y neutrales como el Congo hasta decenas de miles de unidades en lagos dinámicos, calientes e hiperácidos como Rincón de la Vieja y Poás. Esto también se debe a la capacidad de mezcla acelerada por fumarolas laterales y subacuáticas.

La composición química singular, en algunos de esos lagos se explica por la inyección sostenida de especies magmáticas (y no magmáticas) en el cuerpo de agua así como por la meteorización aguda que estos químicos provocan en el fondo y paredes de los cráteres. A pesar de las extremas condiciones químicas y térmicas de algunos de estos lagos se han encontrado especies extremófilas capaces de vivir e incluso alimentarse de especies derivadas de la familia del azufre. Aunque este es un tema muy interesante y con aplicaciones farmacéuticas, médicas y académicas se ha comenzado a estudiar apenas en décadas recientes.

Detalle de los lagos cratéricos por volcán.

En esta sección se detallan características morfológicas, topográficas y geoquímicas de los diversos lagos cratéricos estudiados en una campaña intensiva a principios del año 2001. Por lo tanto se incluirán lagos en cráteres activos y algunos otros con niveles menores de actividad hasta incluir algunos neutrales: térmica y químicamente. De norte a sur serán citados desde el V. Rincón de la Vieja hasta el V. Turrialba.

El Volcán Rincón de la Vieja, Se localiza en la cordillera de Guanacaste, (10° 49.4' N 85° 19.4' W, 1700 m.s.n.m., *Cráter activo*), a unos 25 Km NNE de la Ciudad de Liberia. En la cima de este macizo se ubican

varias estructuras volcánicas, con edades diferenciales, algunas más erosionadas que otras. Aunque aquí solo se mencionaran detalles del lago en el cráter activo hay al menos otros dos cráteres, más viejos, que contienen lagos cratéricos: V. Santa Maria y Rincón Viejo.

El lago caliente y ácido del Rincón actual posee una forma redondeada, con un diámetro aproximado de 600m en el borde superior y se reduce abruptamente a unos 200m al nivel del espejo de agua. Como se ha podido observar en condiciones secas la profundidad estimada era cercana a los 30m durante la campaña realizada. (Fig. 2)



Fig. 2. Vista aérea de Lago caliente V. Rincón de la Vieja, en mayo de 2004.

En muchos modos este lago asemeja al del V. Poás; Ej. color, temperatura, picos de actividad, erupciones freáticas y sólidos suspendidos. De hecho, en condiciones de mezcla total se ha observado como una inmensa *olla hirviente* cargada de material en movimiento. En no pocas ocasiones se han documentado, y muestreado, manchas de glóbulos de azufre (de variados tamaños) flotando en la superficie del lago.

Su color varía enormemente desde periodos de baja actividad fumarólica y poca lluvia (celeste claro) hasta un gris intenso en condiciones de mezcla aguda; por actividad subacuática o por aporte de escorrentía desde las altas y verticales paredes. La temperatura también oscila desde los 20°C hasta los 58°C, medidos en los últimos 25 años. Debido a esas paredes verticales de la cuenca cratérica y la abundancia de gases; sobre el lago, las condiciones de monitoreo son a menudo extremas, por lo que el muestreo debe ser realizado desde sus bordes o bien con equipo apropiado de escalada.

El peligro volcánico de Rincón de la Vieja es exacerbado por la presencia de su lago. En ocasiones anteriores el influjo extraordinario de calor ha producido erupciones freáticas violentas que produjeron la evacuación del mismo. Como el borde norte se encuentra sustantivamente más bajo que los restantes es en esa dirección que las avalanchas se suceden. El líquido disparado, en forma de géiser, alcanza las paredes empinadas y externas para incorporar, a lo que cae, material en su recorrido y llevarlo a muchos kms de distancia de la cima. Debido a sus pronunciadas y resbalosas paredes también, ofrece una trampa para visitantes descuidados que han resultado heridos y muertos. De hecho, se han observado en su superficie pequeños mamíferos y aves en flotación, fallecidos probablemente por la caída y/o por intoxicación con gases.

De igual modo se reconoce que las paredes al norte del lago caliente se encuentran severamente meteorizadas a punto que en su pared baja e intermedia se encuentran pequeñas solfataras con salida de líquidos que se podrían asociar al lago mismo. Los acuíferos de estos volcanes sufren un proceso de infiltración, y por lo tanto un deterioro físico y químico, que terminarían por provocar eventos de colapso

lateral en caso de actividad sísmica o volcánica extraordinaria. El muestreo sistemático de fluidos y gases y la consistencia en técnicas analíticas pueden en el futuro aclarar dudas que todavía persisten.

El lago cratérico del **Volcán Tenorio** fue incluido en la campaña con el fin de realizar el mismo tipo de muestreo. (Fig. 3).



Fig. 3. Una de las raras fotos del lago frío del V. Tenorio.

Dadas sus condiciones actuales no se encontró ninguna manifestación de relevancia vulcanológica. Su acidéz y temperatura fueron tomadas, y se obtuvieron muestras para su posterior análisis. A pesar de lo copioso y sostenido de las lluvias durante todo el año, este volcán solo posee un lago pequeño. Secciones de las paredes internas han colapsado por lo que se nota una topografía semiplana cubierta por intrincada vegetación. Las orillas del lago cratérico están conformadas por suelos suaves y pantanosos por lo que el trabajo en el mismo resulta dificultoso. El fondo, también fangoso del lago, se encuentra a un metro escaso de la superficie y esta conformado por sedimentos y gran cantidad de materia orgánica en descomposición. El viento constante en la cima del V. Tenorio y la visita de animales salvajes a ese lago hacen que el somero espejo de agua se mantenga enrarecido por material en suspensión. No hay señales de fumarolas o cualquier otro tipo de actividad volcánica contemporánea. La temperatura del agua se encontró en 16°C y su pH alrededor de 7.0.

Si bien el **Volcán Arenal** no posee un lago cratérico debido a su actividad sostenida por más de 40 años, el **Cerro Chato** sí lo posee. En este ensayo no se ahondará en detalles por tratarse de una estructura distinta. Sin embargo no se descarta que en el futuro se realicen ahí análisis de ese lago tal como se hizo en otros similares.

Hacia el sureste del Arenal se encuentra la **laguna (Maar) de Río Cuarto**. (10.350 N, 84. 222, 360 msnm, 71m de profundidad). Un maar es una estructura producida por una (o más) erupciones espontáneas (freatomagmáticas) en un sector donde la actividad volcánica no es capaz de sostenerse por largo tiempo. Esta laguna culmina al norte un alineamiento estructural del cual forma parte el Volcán Poás y otros en una línea que se extiende a través de la Caldera de Bosque Alegre (Laguna Hule) desde Sabana Redonda (cerca de San Pedro de Poás) hasta la comunidad de Río Cuarto. Geográficamente esta laguna se encuentra a escasos 2km al oeste del pueblo de ese mismo nombre. (Fig. 4)



Fig. 4. Vista panorámica desde el sur de la Laguna Río Cuarto.

Esta es una laguna de 71m de profundidad y de una forma subredondeada. Aunque algunos vecinos refieren eventos de mezcla espontánea no se ha documentado muerte de peces, aves o especies mayores. Por su profundidad se pensó que podría acumular bolsas importantes de gas tóxico que pudieran liberarse y causar incidentes de asfixia pero tal escenario se descartó. La temperatura del agua varió, durante la visita desde 24°C en superficie hasta los 18°C en las partes más profundas. Por otros estudios biológicos, y recuento de vecinos, se sabe que esta laguna contiene una amplia variedad de vida animal. A simple vista se observan tortugas, peces de al menos 3 variedades, pequeños camarones e insectos acuáticos. Su color, observado en varias visitas cambia poco desde un verde pálido hasta un verde oscuro. La mayoría de las paredes que resguardan esta laguna son rocosas y completamente cubiertas de vegetación por lo que los deslizamientos y el aporte de sedimentos resulta menor que otras observadas.

Continuando unos 4km al sur localizamos a **Laguna de Hule en la Caldera de Bosque Alegre**. Esta Caldera se ubica unos 10 kms al norte del V. Poás y conforma una de las tantas estructuras volcánicas alineadas sur-norte, desde las cercanías de Poasito hasta Río Cuarto.

En la Caldera de Bosque Alegre (10 21 20N, 84 12 59W), se estudiaron dos de sus tres lagos: Hule, Congo y Bosque Alegre, aquí se presenta información del primero. **El lago de Hule** ha presentado en ocasiones anteriores un fenómeno de muerte espontánea de peces y aves lo cual se ha relacionado con gases volcánicos. Se realizó en este lago la batimetría, perfiles geoquímicos y térmicos, también se estimó su extensión y profundidad. Se midió la temperatura y acidéz del lago Congo, y se tomaron las respectivas muestras. La profundidad máxima obtenida fue de 21m, su temperatura 26°C y un color variable desde los sitios mas someros hasta los mas profundos. En su forma de media luna las profundidades máximas se encuentran en su extremo este. En el lado opuesto el nivel de líquido se reduce drásticamente hasta permitir que el sedimento alcance la superficie, dando pie al crecimiento de abundante vegetación acuática. Es en ese sector donde el acceso es más difícil por las condiciones pantanosas y suaves del terreno. Abundantes cuerpos de agua caen desde las paredes empinadas al sur para depositar material erosionado en el fondo del lago. Sectores al NW, N y NE del lago todavía muestran afloramientos de andesitas basálticas producto de su formación geológica inicial. Es en esos sectores donde el lago se muestra mas profundo. (Fig. 5).



Fig. 5. Laguna de Hule (Caldera de Bosque Alegre).

Una de las motivaciones para estudiar este lago se basó en la preocupación de los vecinos por las intermitentes mezclas espontáneas que el lago ha experimentado en décadas recientes. En lagos similares, de otras partes del mundo, la acumulación excesiva de gases en el fondo ha provocado bolsas de gas que al ser liberadas bruscamente producen la muerte de personas y animales. Usualmente el gas responsable es dióxido de carbono que tiene una densidad mucho mayor al aire por lo que lo desplaza y provoca la asfixia de seres vivos. El análisis en este lago descartó tal acumulación y más bien se intuye un exceso de gas orgánico producto de la descomposición de restos de vegetación, abundante en todo el perímetro del lago. Las condiciones neutrales de Hule, la abundancia de alimento y la agradable temperatura de sus aguas, propicia abundante vida acuática. Por esa misma razón, la presencia de variadas aves es común a lo largo de todo el año.

No se conocen elementos del riesgo volcánico en esta caldera. Más bien durante el terremoto de Cinchona (6.2, 8 enero 2009) se produjeron deslizamientos de varias secciones de las paredes al sur, suroeste y sureste que aportaron una cantidad importante de sedimentos al fondo de ese lago. Por otro lado el riesgo de colapso por un sobrevolumen de líquido se descarta pues mantiene un drenaje natural como lo es el Río Hule el cual desagua hacia el norte.

Un poco más al sur de la Caldera mencionada se encuentra el **Macizo del Volcán Poás**. En su cima encontramos 2 lagos cratéricos: El lago caliente y el lago frío.

La laguna caliente que ocupa el cráter activo posee acidez que oscila desde 0 hasta 4 en la escala de acidez. Sus temperaturas en los últimos 25 años han oscilado desde los 30°C hasta los 60°C y se ha secado completamente en los años 90 y 94. Esa temperatura del agua no es uniforme puesto que el contacto con sectores más calientes (ej. Al este y al sur, junto al domo) la lleva incluso al punto de ebullición.

El color varía enormemente desde un blanquecino lechoso hasta un verde oscuro, cubriendo todas las tonalidades en un amplio rango. En condiciones de mucha actividad subacuática su color se torna grisáceo o blanquecino producto de la gran cantidad de sedimentos en suspensión. Frecuentemente y por esta misma razón se puede observar un agudo proceso de evaporación (en forma de cortinas) sobre el espejo de agua. Cuando eso ocurre los gases atacan agresivamente ojos, nariz y garganta por lo que hay que acudir a la mascarilla para poder realizar el trabajo en los alrededores del lago. (Fig.6)



Fig. 6. Vista parcial, desde el NE, del lago caliente del V. Poás. Al fondo su domo humeante.

En condiciones de menos actividad subacuática, su color más bien tiende a un celeste suave o al verde claro.

Por otra parte; el nivel del líquido oscila varios metros durante todo el año, con algún factor estacional como explicación. Fuera de esa oscilación por aporte (o disminución) de lluvias los cambios de nivel son abruptos cuando la actividad volcánica se centra por debajo del lago. Los conductos energéticos en su fondo tienen capacidad de evaporar grandes cantidades de agua o incluso expulsarla violentamente en forma de erupciones freáticas tipo géiser. En enero 2001 la máxima profundidad medida fueron 41m, sin embargo en enero de 2005, por lluvias intensas y sostenidas, ese nivel alcanzó unos 44m provocando la salida parcial del líquido hacia el este.

Con respecto a los sólidos totales en suspensión (TDS) durante la campaña en 2001 se encontraron valores entre 20 y 30000 mg/l. Esto contrasta enormemente con el lago frío contiguo (Botos) que apenas alcanza una pocas decenas de unidades.

En franco contraste; el **lago frío Botos** solo alcanza la temperatura ambiente (entre 12 y 16°C) y regularmente su color apenas si varía de su convencional azul oscuro. La profundidad obtenida durante la campaña fueron 8m y por las huellas en su perímetro se sabe que la oscilación es mínima. De hecho su nivel hacia arriba tiene un tope debido a que tiene un desagüe natural hacia el norte que da nacimiento al Río Ángel. Sus características neutrales permiten el desarrollo de plantas acuáticas en su fondo e incluso este cuerpo de agua fue sujeto de experimentación truchícola hace ya varias décadas. Según biólogos que trabajaron contemporáneamente a ese ejercicio, el proyecto no tuvo viabilidad debido al escaso valor nutricional que presentaban esas aguas. Hoy en día la mayor parte del agua utilizada en las instalaciones del Parque Nacional procede de ese lago. Aunque, en algunos rótulos se especifica que el líquido no se recomienda para el consumo, muchos visitantes incautos la consumen sin mayores consecuencias o sin apuntar efectos en su salud. (Fig. 7).



Fig. 7. Lago Botos, contiguo al lago caliente en el V. Poás.

Continuando hacia el sureste se encuentra el lago en el cráter activo del **V. Irazú**. La acumulación de agua desapareció a principios de los 60's debido a la intermitente actividad freatomagmatica sostenida por al menos 2 años. Posterior a esto el lago retomó hasta desaparecer en el año 90 (en forma coincidente con el secamiento del lago en el V. Poás). A partir de ese año el nivel ascendió hasta los 31m medidos en el 2001. Sin embargo por marcas en las paredes rocosas, dejadas por niveles anteriores, se sabe que pudo estar entre 5 y 6 m mas arriba de ese último dato obtenido. (Fig. 8).

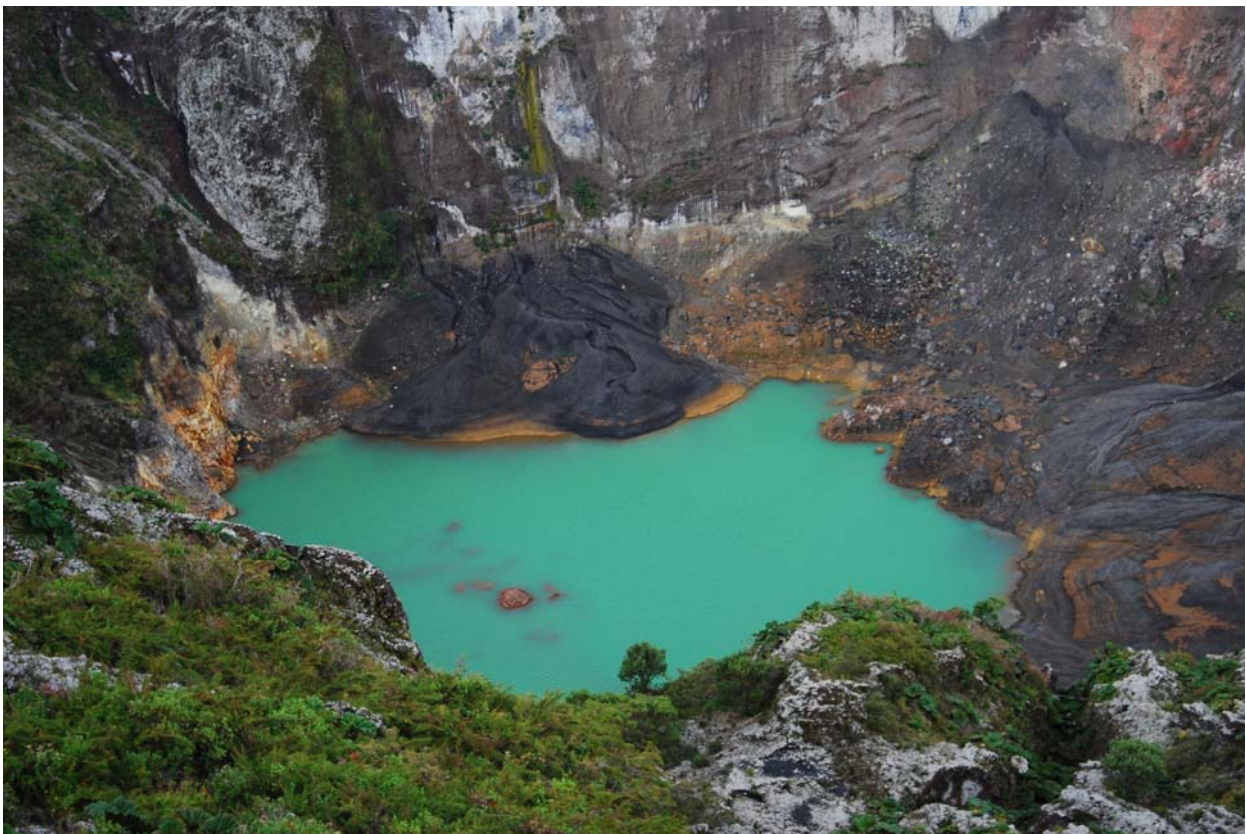


Fig. .8. Vista desde el este al lago del V. Irazú. (Tomada en septiembre 2009).

Por lo general el color oscila desde el verde claro y oscuro hasta un amarillo intenso. Cuando su nivel ha sido muy bajo se ha observado café o incluso rojizo, producto probablemente, de intenso aporte de óxidos de hierro y otros componentes que degradan a esos colores. Aunque existe un pequeño alineamiento de burbujas fumarolicas (al NE) del lago, no se conoce efecto de mezcla por esa razón. Tampoco se considera importante el aporte de gases o sólidos en suspensión por lo modesto de su actividad subacuática. En años recientes un proceso de caída de materiales desde sus paredes internas ha producido un levantamiento del fondo por sedimentación. Uno de los mayores eventos ocurrió en febrero de 2003 y cambio rápidamente el color usual de su color. El incidente provocó alarma en guardaparques, medios y población sin embargo se debió a la caída de un segmento de la pared que colinda con el cráter Diego de la Haya. Productos de ese deslizamiento se observan ahora claramente en el fondo donde conformaron promontorios y aún preservan formas típicas de avalancha. Se sabe que la caída de materiales provoca arcillificación en el fondo y por tanto sellamiento, sin embargo en estos días deben haber agrietamientos para explicar el rápido descenso del nivel en los últimos 3 o 4 años.

La temperatura obtenida durante su estudio se considero igual al ambiente (unos 16°C). No se conoce actividad freática desde este lago después de los 60's, aunque se sospecha que hay fuga hacia las débiles paredes que lo sostienen hacia el norte y noroeste. Este elemento es preocupante pues en condiciones de lago lleno la amenaza de colapso (y por ende de avalanchas), aumenta. Hay otros volcanes en el país que cuentan con aberturas laterales debido a colapsos de pared. Esto suele exacerbar en condiciones de alta sismicidad, actividad volcánica o bien aguaceros sostenidos.

Finalmente, aunque no agotados, se cita el lago intermitente que ocupa al **cráter central del V. Turrialba**. A escasos 200m del cráter oeste (con profusa actividad desde 2005), este lago permanece ahí entre 7 y 8 meses del año. Su máxima profundidad no debe superar los 3m en las condiciones más lluviosas. Por lo general ocupa solo la mitad este de un cráter subredondeado de varias docenas de metros en ambos ejes; el mayor y el menor. El color de este lago oscila desde un celeste claro hasta un verde tímido. No se conoce actividad subacuática aunque sí hay evidencia de que ese fue el centro de actividad en el pasado no lejano. Mantiene una temperatura ambiente (de 12 a 16°C) y no se han realizado análisis químicos exhaustivos de sus compuestos. En visitas de rutina se han observado roedores y pequeñas aves flotando en su superficie. (Fig. 9).



Fig. 9. Lago parcial en el cráter Central del V. Turrialba. (Tomada en marzo 2010).

En términos generales se pudo confirmar que en los lagos que mantienen mucha actividad (Poás y Rincón) el proceso de descomposición física y química del sustrato; es agudo. La química de estos cuerpos de agua esta dominada por influjo de gases magmáticos y no magmáticos que tienden a homogenizar químicamente a modo de olla hirviente. Las inyecciones fumarolicas en los lagos de condiciones extremas explican, en gran manera, altibajos en el nivel del líquido. En el otro caso de lagos fríos una combinación de factores, más bien, explicaría los cambios. Oscilaciones estacionales de la lluvia, inestabilidad física del cráter e infiltraciones por sus paredes podrían explicar el porque los lagos llegan a secarse completamente.

En términos de la amenaza volcánica aquellos cráteres que contienen lagos sujetos a las variaciones del flujo de calor interno promueven erupciones freáticas que pueden convertirse en avalanchas, una vez que son desalojados violentamente. Por el proceso de descomposición química, física y térmica la integridad física de estos cráteres se ve comprometida. Los procesos de remoción en masa que se han observado en muchas ocasiones, en muchos volcanes, fueron detonados y acelerados por lagos cratéricos en tales condiciones.

Positivamente también se puede afirmar que no se encontró evidencia, en ninguno de los lagos cratéricos investigados, de acumulación peligrosa de gas; que pueda salir violentamente y causar un accidente en humanos o animales. Por el contrario los lagos que mantienen una buena dinámica por razones de actividad subacuática evacuan los gases del fondo por un proceso constante de mezcla. Las acumulaciones discretas en el fondo de lagos fríos pueden deberse al proceso orgánico de descomposición y hasta ahora no ha amenazado la vida de grandes mamíferos ni de personas.

Bibliografía.

Duarte, E., Fernández, E., 1996. Muerte de peces en una caldera volcánica: Laguna de Hule, Bosque Alegre. Int. Rep. OVSICORI-UNA, 10-19 enero 1996, 5 pp.

Martínez, M., Fernández, E., Valdés, J., Barboza, V., Van del Laat, R., Duarte, E., Malavassi, E., Sandoval, L., Barquero, J., Marino, T., 2000. Chemical evolution and volcanic activity of the active crater lake of Poás volcano, Costa Rica, 1993-1997. J. Volcanol. Geotherm. Res. 97, 127-141.

Tassi, F et al. 2006. The hydrothermal-volcanic system of Rincon de la Vieja volcano (Costa Rica): a combined (inorganic and organic) geochemical approach to understanding the origin of the fluid discharges and its possible application to volcanic surveillance. In press.

Tassi, F et al. 2005. cráter Lakes of Costa Rica: A geochemical survey. Poster presentado en la Reunión IAVCEI. Pucón, Chile.

Redacción. E. Duarte OVSICORI-UNA eduarte@una.ac.cr

Agradecimientos: La primer campaña de investigación sistemática de lagos cratéricos en Costa Rica fue realizada en enero de 2001 y estuvo compuesta por: Eliécer Duarte y Erick Fernández, del OVSICORI, en conjunto con tres investigadores del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Florencia, Italia, Orlando Vaselli, Francesco Bergamaschi y Franco Tassi.