

LAS CUATRO ERUPCIONES FREÁTICAS RECIENTES DEL VOLCÁN TURRIALBA (2010-2013) UNA POR AÑO

FOUR RECENT PHREATIC ERUPTIONS OF TURRIALBA VOLCANO (2010-2013) ONE PER YEAR

Eliécer Duarte González¹

RESUMEN

Desde mediados del 2005, el Volcán Turrialba arrancó con un proceso ascendente de gasificación luego de algunos enjambres sísmicos registrados desde 1996. Se resumen los principales hallazgos de cuatro erupciones freáticas ocurridas en los últimos cuatro años (2010-2013), como las observaciones, documentación y análisis de distribución geográfica de los materiales, características del emplazamiento proximal de materiales sólidos así como algunas observaciones del impacto de las erupciones en el entorno. Esas actividades permiten reunir información precedera que ocurre en las cimas de los volcanes y alrededores, con el fin de fijar en el tiempo, hechos relevantes para ser comparados con otras metodologías como: vigilancia geoquímica, sísmica o deformación. Las cuatro erupciones freáticas documentadas ocurren en dos estaciones distintas: dos al final de la época lluviosa y dos a mitad de año, lo que hace más interesante la comparación. Las tareas descritas forman parte del trabajo desarrollado por el grupo de vigilancia volcánica del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (OVSICORI-UNA).

Palabras clave: Volcán Turrialba, erupciones freáticas, riesgo volcánico, vigilancia volcánica, OVSICORI.

¹ Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (OVSICORI), Universidad Nacional. P.O. Box 2386-3000, Costa Rica. Correo electrónico: eduarte@una.cr

ABSTRACT

Since mid-2005, Turrialba volcano began a growing gasification process after some seismic swarms registered, starting in 1996. This essay summarizes the main findings of four phreatic eruptions that occurred during the last four years (2010-2013) including; observations, documentation and geographical analysis of materials, characteristics of the proximal emplacement of solid materials as well as some observations of the impact of eruptions on the surrounding environment. Observation and documenting of physical changes enables the collection of perishable, short live information occurring on the volcano's summit and vicinity, with the clear aim of fixing in time relevant facts that may be later compared with some other methodologies such as deformation, geochemistry and volcano seismology. Eventually and with the repetition of natural events and patterns of internal processes, the comparative analysis takes place. The four phreatic eruptions occurred during two different seasons: two at the end of the rainy season and two in the middle of the year, which makes the inter comparison even more interesting. Such described tasks are part of different methodologies carried out by the volcano surveillance team at the Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (OVSICORI-UNA).

Keywords: Turrialba Volcano, phreatic eruptions, volcanic risks, volcano monitoring, OVSICORI, Universidad Nacional, Costa Rica

Introducción

El Volcán Turrialba (10.03N, 83.77E, 3340 msnm) se localiza en el extremo sureste del arco volcánico mesoamericano. En su cima se observan tres cráteres alineados de NE a SW, el que se encuentra más al oeste ha mantenido actividad gaseosa, aumentada desde mitad del año 2005. Este es un estratovolcán basalto-andesítico de la Cordillera Volcánica Central, ubicado a unos 40 km al ENE de la capital; San José y a unos 15 km al NO de la ciudad de Turrialba.

Existen trabajos geológicos, aislados e incompletos sobre el Volcán Turrialba (Reagan 1987, Soto 1988, Reagan *et al* 2006). El mapeo preliminar que se realizó a finales de los 80, muestra lo más superficial de las estructuras principales como flujos de lava y nubes ardientes. También se aportan algunos análisis petrológicos de productos colectados en la cima y alrededores que caracterizan a este volcán como altamente explosivo. Se ofrece una interpretación estratigráfica de los últimos 3500 años y se aportan generalidades de los últimos 9000 años.

El último periodo eruptivo magmático ensanchó el cráter oeste el cual concentra la mayor parte de la actividad fumarólica en los últimos años. Su enorme caldera está abierta hacia el NE y posee una dimensión de 2200 m en dirección NE-SW y entre 500 a 800 m en dirección NW-SE. Se ubican en esta cima tres cráteres principales, uno al este ocupado por

un cuerpo de agua intermitente, somero y de unos 100 m de diámetro, un cráter central en cuyas paredes se observa actividad fumarólica (también posee un lago intermitente gracias a las abundantes precipitaciones de la región). En el borde N se notan algunas terrazas cavadas por antiguos vecinos de la región que explotaron las acumulaciones de azufre con fines farmacéuticos y finalmente, al oeste se muestra el cráter asociado a la actividad magmática más reciente ocurrida entre 1864 y 1866. En el fondo y alrededores de este cráter se manifiestan salidas importantes de gas y vapor y su fondo está siendo colmatado por materiales que se desprenden desde sus empinadas paredes.

El pasado eruptivo del Turrialba está marcado por eventos poderosos de lavas, piroclásticos y cenizas las cuales han alcanzado cientos de km, al ser llevadas por los vientos en dirección oeste.

Debido a las características geoquímicas y petrológicas aunadas a un régimen climático lluvioso, este volcán ha presentado actividad freática y freato-magmáticas en su pasado histórico y prehistórico y lo coloca en similares condiciones para el presente y el futuro.

El último ciclo magmático, ocurrido hace casi 150 años produjo materiales que afectaron severamente el Valle Central. El período eruptivo más importante se produjo en febrero de 1866 teniéndose reportes de caída de ceniza en sitios tan distantes como el suroeste de Nicaragua. Posterior a este período hubo reportes de actividad fumarólica menor en 1899, 1920, 1957, 1969, 1971 y desde 1980 hasta hoy. Posteriormente el volcán ha mantenido hasta el presente, actividad fumarólica de baja temperatura en los cráteres central y oeste.

Actualmente este volcán muestra actividad de vapores y gases en forma sostenida y algunos problemas menores de inestabilidad física en sus paredes internas y algunas paredes externas. El potencial explosivo, su ubicación geográfica, altura y factores meteorológicos hacen del Turrialba uno de los volcanes que generan mayor amenaza para la región más poblada y desarrollada del país: el Valle Central (ver figura 1).

Figura 1. Vista general de las paredes quemadas, hacia el noroeste; hasta unos 3km desde la cima.



Fuente: Duarte, E. 07 de noviembre de 2013.

La tabla siguiente resume los últimos 150 años de actividad intermitente de este volcán (ver tabla 1).

Tabla 1. Reseña histórica de los últimos 150 años de actividad en el volcán Turrialba

Fecha	Evento tipo	Duración aproximada	Cambios en cima	Efectos en ambiente	Comentarios
Set 1864	Magmática	Eventos intermitentes	“Flamas como cirios”	San José y Cartago con ceniza	Probable ensanchamiento de cráter oeste
Ene 1865	Magmática	Eventos intermitentes	Destrucción de fondo de cráter oeste	Ceniza en San José	Vapores y gases sulfúricos reportados
Feb. 1866	Estromboleana	Eventos intermitentes	n/a	Caída de ceniza en Nicaragua	Reporte de Sapper 1925
1920	Fumarólica			Humo y vapores sulfurosos	Reporte de “La Tribuna”
1969	Fumarólica	n/a	Cráter oeste obstruido	n/a	Reporte de Fernández, R.
1971	Fumarólica	n/a	Cráter oeste	n/a	Reporte de Fernández, R.
1978-88	Fumarólica y enjambres sísmicos		Cráter oeste	Temperaturas entre 84 y 100°C	Reportes esporádicos de OVSIORI
1994-97	Fumarólica		Cráter este sin actividad	temperaturas que oscilan entre 70 y 105 C	Reportes de OVSIORI
1998-99	Fumarólica		Incrementa actividad de cráteres E y W		Reportes de OVSIORI temperaturas 87 y 90 C
2000	Fumarólica y enjambres sísmicos (oct. 00)		actividad de cráteres E y W	temperaturas entre 89 y 92°C	Reportes de OVSIORI
2001-05	Fumarólica y enjambres sísmicos		Pequeños penachos de gas sobresalen del borde	temperaturas entre 89 y 92°C	Reportes de OVSIORI
Mitad de 2005	Fumarólica		Extensión de área fumarólica hacia el oeste	temperaturas entre 89 y 92°C	Reportes de OVSIORI
Mitad de 2006	Fumarólica		Puntos calientes en borde oeste	Quemaduras en Jaúles de la cima	Efectos documentados en flora y fauna de la cima
Mayo y julio 2007	Fumarólica		Dos enjambres sísmicos	Grietas en la cima. Activación de fuente Ariete	Efectos agudos, documentados en flora y fauna de la cima y partes bajas.
4-6 enero 2010	Freática	2 a 3 días	Apertura de boca al SW de cráter W	Piroclastos, lapilli, cenizas, gases y vapores	Reportes de campo, informes técnicos, boletines de prensa.
Julio 2011	Freática	n/a	Apertura de boca en fondo de cráter W	cenizas, gases y vapores en cercanías de cima	Reportes de campo,
14-18 enero 2012	Freática	2 días alternados	Apertura de boca al SE del cráter W	Piroclastos, lapilli, cenizas, gases y vapores	Reportes de campo, informes técnicos, boletines de prensa.
21 mayo 2013	Freática	4 a 6 horas	Salida de ceniza por 2 bocas previas	cenizas, gases y vapores en cercanías de cima	Reportes de campo, informes técnicos, boletines de prensa.

Fuentes: Duarte, E. (Trabajo de campo) y otros reportes.

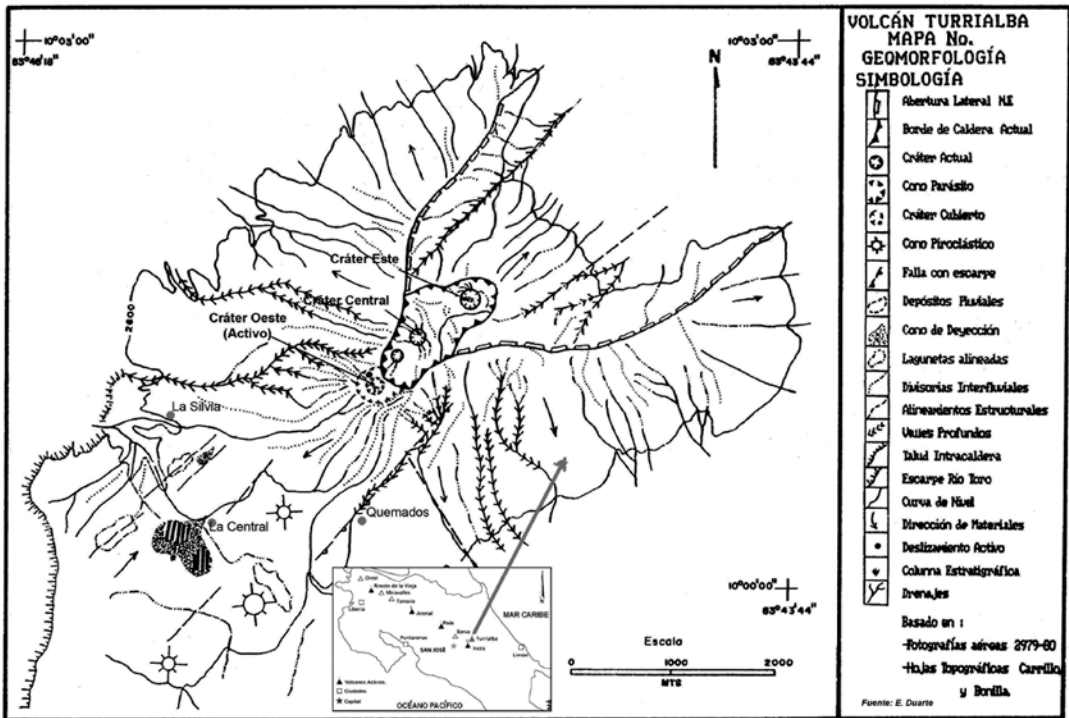
En ese contexto este trabajo se basa en los últimos cuatro años y su actividad freática más sobresaliente.

La actividad fumarólica de los últimos ocho años involucró los alrededores del cráter oeste y particularmente se hizo más notoria a partir de las erupciones freáticas de enero 2010 generadas desde una abertura formada al suroeste del cráter activo. Durante el periodo lluvioso del 2011 se produjo la apertura de un boquete en el fondo del cráter oeste. En enero 2012 se formó una boca en la pared externa, del cráter oeste; con emisión de lapilli, piroclásticos y ceniza preexistente. Finalmente el 21 de mayo de 2013 se produjo la salida sostenida de material fino, por varias horas, simultáneamente desde las bocas 2010 y 2012 sin efectos mayores.

Si bien durante estas erupciones, exceptuando el 2011, se realizaron operativos de emergencia, no hubo muertos ni heridos aunque si evacuados. El impacto en la vegetación, agricultura y vegetación natural ha sido variable en los distintos eventos aunque el proceso de afectación por acidificación se ha sostenido a lo largo de los mencionados ocho años.

Los registros sísmicos, de deformación, observaciones físicas y gases permiten concluir que estas erupciones no corresponden a una nueva actividad magmática si no a una acumulación superficial de gases, que aumentan la presión hasta romper la superficie y formar las aberturas. No se ha podido confirmar intrusiones magmáticos durante estos eventos. Ya en el último periodo eruptivo magmático del Volcán Turrialba (1864-66) se produjeron boquetes similares y más recientemente en el vecino Volcán Irazú (1963-65) se dio un proceso similar. Por lo tanto, se podría esperar en el futuro la formación de otras bocas producidas por erupciones similares a las ocurridas durante los últimos cuatro años.

Figura 2. Localización general del volcán y los principales elementos geomorfológicos de su edificio volcánico



Fuente: Duarte, E. 1989.

A partir de 1996 una serie de enjambres sísmicos estremecieron de modo intermitente el edificio volcánico y alrededores. Algunos de esos signos fueron correlacionados con cambios menores como el aumento de temperatura en las fumarolas e incremento en calidad y cantidad de gases, incluso algunos de estos picos sísmicos fueron capaces de generar sismos sentidos por pobladores que vivían cerca del volcán.

A partir del segundo semestre del 2005 se nota una migración de fumarolas hacia el sur y oeste del cráter activo, asociado al rápido calentamiento de la superficie y las quemaduras en la vegetación intracráter. En cuestión de meses los gases vigorizados alcanzaban arbustos y jaúles, cercanos a la cima; hacia el oeste y NW del cráter mencionado. Solo un año después, en octubre de 2006 se hicieron los primeros reportes de alteraciones severas en la fauna y flora de las laderas superiores e intermedias.

El deambular de los coyotes, asediados por los gases irritantes daban idea de que su otrora seguro hábitat, estaba siendo sometido a una dura prueba. La ausencia de aves por el marchitamiento de plantas era evidente e incluso en visitas de campo se podían observar insectos moribundos en el piso.

Ya en mayo 2007 ocurre un importante enjambre sísmico acompañado de salida de gases en el sector de Quemados (1.3km al SW de la cima). Las infiltraciones en la Quebrada Ariete producen preocupación en los vecinos cercanos, quienes se mudan por precaución. Otro pulso sísmico irrumpe en julio 2007 para producir agrietamientos radiales en la cima. Tales grietas facilitan y aceleran la salida de gases que invaden más rápidamente las partes bajas de las laderas hacia el W y NW, provocando quemaduras hasta unos 3 km afectando zonas de interés comercial. Es en este segundo semestre que la mayoría de vecinos ubicados en esos flancos deciden reubicarse. Las plumas sostenidas de gas eran una prueba para quienes tenían que dormir al pie del gigante inquieto. La cantidad de dióxido de azufre (SO₂) escalaba rápidamente de cientos de toneladas diarias, a miles.

A lo largo de los años 2008 y 2009 la emanación de gases solo empeora las cosas. La calidad y cantidad de tóxicos desintegra el bosque en los sectores más afectados y alcanza a producir estragos en pastos y ligeramente en cultivos como papa y zanahoria. La intensa corrosión convierte las casas y galerones en esqueletos de madera. Efectos menores por gases sobre vegetación se hacen sentir en los flancos norte y sur del Volcán Irazú; respondiendo a la dirección predominante del viento que viene desde el vecino Volcán Turrialba.

Los efectos más visibles, en superficie, se dan en la vegetación; por lluvia ácida. El color verde de las paredes externas varió desde amarillo pálido hasta naranja intenso y luego a un café oscuro. Son estos mismos efectos, aunados a la toxicidad de los gases volcánicos, los encargados de expulsar a la población circundante que de modo voluntario y sensato desalojaron la zona a partir de la mitad del 2007 (ver figura 3).

Las grietas, el aumento del impacto y cantidad de los gases produjeron a partir de la mitad de ese año las quemaduras más graves en la vegetación. Las temperaturas cercanas a 90°C se dispararon rápidamente hasta alcanzar máximos cercanos a los 280°C. El calentamiento de los flancos externos producía campos calientes que despedían gas y vapor aunados al humo de la combustión de la vegetación cercana a la cima.

Importantes paños de pasto, valioso para la ganadería lechera se arruinaron en cuestión de semanas con el consecuente efecto en la población. Peones y patrones comenzaron un éxodo debido a las señales inequívocas que el volcán les daba acerca de su evolución energética. Estas quemaduras se extendieron hasta unos 4 km de distancia a partir del cráter activo en la dirección prevaleciente de los vientos; básicamente hacia el oeste y noroeste. De toda suerte que la agricultura en ese sector es incipiente y el efecto directo en la industria del “*Queso Turrialba*” se mostró en forma significativa.

En el caso de árboles de porte alto e intermedio de los flancos bajos en las direcciones mencionadas, recibieron tal impacto que lo trasladaron a sus especies huéspedes, epifitas, orquídeas, musgos y toda clase de especie vegetal reaccionaron negativamente a la creciente acidificación del medio.

El efecto de la lluvia ácida incide en la infraestructura metálica y en la calidad del agua. Los niveles de corrosión que se comenzaron a observar a partir de 2005 han sido más severos que incluso en picos de actividad gaseosa estudiados en el Volcán Poás y Arenal. Los techos, alambres de cercas y maquinaria fueron rápidamente atacados por deposición seca y húmeda de un modo tal que los mismos vecinos no encontraron forma de aminorar el impacto.

Irónicamente la visitación al parque nacional no resulta disminuida, por el contrario, debido al mejoramiento de los caminos de acceso y la curiosidad desatada por la cobertura de medios de comunicación, la visita del público repuntó en los años 2007 y 2008. Los guardaparques, por lo tanto, debían balancear entre su propia seguridad, salud personal y el control de visitantes. Aunque no existan estudios exhaustivos que aclaren los efectos por inhalación de gases de este volcán, si los hay en otros ambientes similares. El monitoreo constante, a partir del 2008, de uno de los gases más abundantes en la pluma volcánica del Turrialba (dióxido de azufre; SO₂) oscila, desde centenas hasta miles de toneladas diarias. Este gas es el principal responsable de la acelerada acidificación en la zona.

Después del segundo semestre del 2009 se cerró la visitación hasta la cima del volcán solo para mantenerse abierto brevemente en el 2011. Las erupciones del 2010 y 2012 han provocado preocupación en los encargados del parque y comunidades vecinas a tal punto que no se han realizado los esfuerzos necesarios para generar las mejoras de infraestructura y manejo que permitan una visitación sana y segura. Hasta agosto de 2013 el parque nacional permanece cerrado para la visitación del público.

Figura 3. Vista aérea desde el este cubriendo los tres cráteres de la cavidad cuspidal. Al fondo a la derecha, el vecino Volcán Irazú



Fuente: Duarte, E. Febrero 2008.

Metodología

Este volcán recibe visitas frecuentes por parte del grupo de vigilancia volcánica que se subdivide en cuatro metodologías principales a saber: geoquímica, sismología volcánica, deformación y documentación de cambios físicos. Los datos de estas metodologías se comparten, analizan y comparan con el fin de comprender los procesos internos del volcán así como su expresión externa, sus efectos en la atmósfera y sustrato físico.

Durante décadas se ha recopilado información de cambios físicos provocados por diversos elementos de la cambiante actividad volcánica. Este material ha quedado registrado en mapas, notas de campo, fotografías, videos, etc. De igual modo se ha documentado la información precedente que procede de los distintos eventos freáticos recientes: sus características

geológicas, geomorfológicas, geoquímicas así como su distribución. En los casos que corresponde se han tomado muestras de material de caída distintas del punto de origen así como se han realizado mediciones “in situ” de parámetros como temperatura, gases, espesor de capas de materiales proximales así como su descripción granulométrica.

Tabla 2. Principales hechos observados durante las cuatro erupciones freáticas recientes del Volcán Turrialba

Fecha observación	Comparaciones generales entre los cuatro eventos recientes.					
	Dirección aprox.	Distancia recorrida	Principales materiales	Espesor proximal	Efectos en la cima	Efectos en ambiente
4-6 enero 2010	SE	40 km hasta San José	Piroclastos, lapilli, cenizas, gases y vapores	20 cm	Dos bocas iniciales. Boca final 60x20m	Capas variables de ceniza afectaron agricultura, ganadería, infraestructura. Gases produjeron quemaduras en superficie.
Julio 2011	N	Quedo en la cima	Dstrucción de fondo de cráter oeste	Pocos cms	Boca 1x2m	Leve capa de ceniza muestreada en lado norte de cráter oeste. No hay efectos visibles en ambiente.
14-18 enero 2012	WSW	25 km hasta Tres Ríos	Piroclastos, lapilli, cenizas, gases y vapores	Pocos cms	Boca 4x6m	Capas variables de ceniza afectaron agricultura, ganadería, infraestructura. Gases produjeron quemaduras leves en superficie.
21 mayo 2013	W	25 km hasta Ipis	Piroclastos, lapilli, cenizas, gases y vapores	20 cm	Ocupación de bocas SW y SE	Capas variables de ceniza afectaron Bosques vírgenes del Zurquí y Bajo de la Hondura. Gases produjeron quemaduras leves en pastos.

Fuente: Duarte, E. (Recopilación de campo), Havard *et al* 2012.

Específicamente para cada erupción freática se ha visitado el campo inmediatamente después con el fin de fijar toda la información disponible y se ha vertido en boletines de prensa, informes de campo, reportes técnicos y artículos científicos. Parte de la cobertura a los efectos secundarios, provocados por gases y productos sólidos, ha sido cubierto por medios de comunicación y reporteros ubicados en zonas distales al sitio de emisión. Tal información se ha documentado con recorridos en el campo, por las rutas accesibles, a lo largo de los ejes principales de distribución de materiales finos.

Resultados

Cuatro erupciones freáticas desde el 2010: una por año

Durante los últimos cuatro años han ocurrido cuatro eventos freáticos emitidos desde tres bocas que se han formado, respectivamente en enero 2010, mitad del 2011 y enero del 2012.

Las erupciones del 5 y 6 de enero de 2010

Estas erupciones abrieron una cavidad en la pared interna del cráter oeste desde donde se emitió material que se proyectó por unos 40 km, hacia el suroeste, hasta alcanzar un sector periférico del Gran Área Metropolitana (muy cerca de la capital: San José). Durante este evento la fase gaseosa se presentó acompañada de material fino preexistente (erróneamente denominada como ceniza). Varias explosiones freáticas ocurrieron y el impulso extraordinario de gas y vapor encontró una salida frágil perforando las capas superiores de la cima. El volcán emitió una cantidad importante de sedimentos, lapilli y **piroclastos** antiguos que fueron desperdigados a distancias de acuerdo con su tamaño. Los bloques enormes (muchos sub-métricos) quedaron en las cercanías de los boquetes iniciales y el chorro de material más fino alcanzó una altura suficiente como para que el viento lo arrastrara a decenas de km. Si el recorrido de los materiales finos solo fue ese, es porque las erupciones encontraron una barrera importante en la llovizna y niebla que imperaba en la zona a la hora de producirse.

En su recorrido los materiales cayeron en zonas de agricultura y ganadería. El impacto inicial en la calidad del aire, el agua, el suelo y en general en la economía regional fue considerable. Si bien no se cuantificaron pérdidas, la inversión inmediata para defenderse de esas partículas finas es muy importante y asumidas por los propios interesados. Los gastos en un operativo de emergencia para reducir el drama humano deben sumar muchos millones de colones (Duarte, 2010).

La interpretación que puede hacerse (derivado de los cambios observados en los últimos años) es la ocurrencia de una importante alteración del sistema hidrotermal del volcán como resultado de una intrusión de un paquete magmático, las características físico-químicas de los fluidos fumarólicos, la actividad sísmica, las condiciones de deterioro ambiental y la ausencia de deformación del edificio volcánico así lo indican. La boca

formada mantuvo incandescencia por muchos meses luego de su actividad inicial aunque no produjo magma juvenil.

Este evento tuvo poco impacto en las comunidades cercanas, en parte debido al simulacro que la Comisión Nacional de Emergencias y otras entidades practicó, tan solo un mes antes en La Central; una de las comunidades próximas al volcán.

Figura 4. Boca 2010 en primer plano. Al fondo a la izquierda el Cerro Porfía



Fuente: Duarte, E. 2010.

Boquete del 2011

Las pequeñas erupciones a mitad de 2011 fueron invisibilidades por las condiciones adversas del clima que reinan a mitad de la época lluviosa; sin embargo, se reportó la apertura de una pequeña cavidad en la pared rocosa, al fondo del cráter oeste. La caída de material en esta ocasión se limitó al edificio volcánico (figura 5).

No hubo actividad sísmica importante relacionada, ni deformación, ni tampoco efectos ambientales agudos en los alrededores del volcán que se puedan asociar a esta actividad. Durante varios meses después, se documentó incandescencia y temperaturas superiores a los 200°C. Actualmente ese boquete se encuentra abierto, expulsando gas y vapor, a veces con un fuerte zumbido de turbina (Duarte, 2011).

Figura 5. Acercamiento a la boca 2011. Las distintas coloraciones indican diferenciales de temperatura



Fuente: Duarte, E. 2011.

Actividad freática del 12 y 18 de enero del 2012

Entre el 12 y el 18 de enero del 2012 ocurrieron otras erupciones freáticas producidas desde una boca formada al sureste del cráter oeste: en la pared baja y externa del cráter principal. Aunque no hubo afectación directa en infraestructura física o en personas los materiales finos se distribuyeron por muchos kilómetros a partir de ese punto de emisión (figura 6).

La apertura de la boca 2012 (el 12 de enero del 2012) se acompañó con la salida de “ceniza” y por algunas horas fue transportada por el viento en las direcciones principales O y NO. Caída de material fino fue reportada hasta Tres Ríos (unos 20 km al suroeste del volcán). El 18 de enero del 2012 ocurrió una segunda emisión de material que fue llevado por el viento, durante algunas horas, en las mismas direcciones O y NO. El

tamaño y forma de la cavidad varió poco en días subsiguientes, aunque el ruido emitido, en forma de jet, era audible desde unos 350m (en contra del viento). Se registraron temperaturas entre 700 y 760°C que produjeron la coloración oscura en la roca de la sección externa de la boca. La incandescencia asociada a esta boca se mantiene hasta hoy día y la exhalación de gases y vapores es constante en el sitio (Havard *et al* 2012, Duarte 2012).

Figura 6. Incandescencia emitida desde la boca 2012



Fuente: Duarte, E. 02 de febrero 2012.

Erupciones freáticas del 21 de mayo del 2013

Finalmente, el 21 de mayo del 2013 ocurren emisiones de piroclastos, lapilli y material fino; simultáneamente desde los mencionados boquetes del 2010 y 2012. Aunque el evento solo se sostuvo por unas horas, la trayectoria de los materiales finos se documentó a lo largo de muchos kilómetros, alcanzando el sector noreste del Valle Central hasta unos 25 kms del punto de emisión (figura 7).

La actividad tuvo lugar entre las 8:30 y las 11 de la mañana. Se registró actividad sísmico-volcánica previa desde unas cuatro semanas antes del evento. El día mencionado mostró sismos híbridos y tremor armónico. La actividad sísmica se redujo sensiblemente luego de las emanaciones registradas (OVSICORI, 2013).

Se estima que la pluma de materiales finos alcanzó hasta unos 2 km sobre la cima aunque el grueso de las columnas sostenidas quizás no superó 1 km de altura. Como se trató de material preexistente su acidez no superó los 5,4 de pH (lixiviado de una muestra recogida a unos 25 km hacia el oeste del volcán). No se reportó afectación aguda a las comunidades vecinas ni efectos extraordinarios en el ambiente circundante (Duarte, 2013).

Figura 7. Salida simultánea de materiales por las bocas 2010 y 2012



Fuente: Foto webcam OVSICORI.

Conclusiones

Cuatro eventos freáticos en los últimos cuatro años es un número discreto pero con gran impacto para fines de educación y preparación de la población. En tantos otros casos los volcanes no dan signos premonitores y el proceso de sensibilización de la población se hace más lento y tortuoso. En este caso los simulacros aportados naturalmente por el Turrialba deben servir de aporte para aquellas organizaciones encargadas del manejo de la emergencia y para las de primera respuesta (figura 8).

Si bien se han producido cambios morfológicos en la cima del Turrialba con estas erupciones no hay elementos para prever actividad magmática a corto plazo en cuyo caso requeriría toda la atención de autoridades, de investigadores y manejadores de emergencias.

La localización de las aberturas alrededor del cráter oeste indica que el potencial energético de este volcán no es suficiente aún para poder evacuar la obstrucción que se ha consolidado en la parte superior del conducto en el cráter activo. Sin embargo, la descompresión espontánea producida por una o más bocas laterales podrían desencadenar eventos magmáticos agudos. Los eventos freáticos observados hasta ahora, resultan normales en un volcán con las características del Turrialba. No se ha documentado interacción, desequilibrio magmático o movimientos sísmicos trazables en las capas profundas.

La boca 2010 inició este tipo de actividad con explosiones freáticas y una fuerte emisión de sólidos. La apertura de la boca 2011, aunque no contenga observaciones directas o instrumentales refuerza la idea de un paquete de sedimentos y escombros en el fondo del cráter oeste que impide el libre tránsito de una masa mayor de gases, vapor y por qué no de magma.

Visto el patrón de apertura de bocas en el pasado, en este y otros volcanes, se puede hipotizar sobre el proceso progresivo en que el Turrialba ha evolucionado en estos últimos años. Los arreglos de fallas en la cima y alrededores, los enjambres sísmicos y el proceso agudo de gasificación deben ser anotados como puntos que refuerzan el pedido de atención y precaución con este volcán.

En principio; el calentamiento superficial, producto del movimiento de fluidos y la rápida descompresión del sistema interno recalentado, ha venido en aumento en los últimos cuatro años. El ascenso cualitativo de los parámetros (mostrado por un monitoreo sostenido por décadas) parece

indicar una intrusión magmática en lento movimiento hacia la superficie. Si bien no hay evidencia de magma juvenil, si hay indicadores de que el agua profunda ha estado en contacto con un cuerpo caliente y profundo capaz de producir estas pequeñas erupciones premonitoras. Podría incluso especularse una relación del régimen hidrológico (cambio de estaciones) afectando la circulación freática y esta a su vez produciendo alteraciones al balance térmico superficial del volcán.

Aunque no ha habido nuevo magma (o apenas hay trazas) en las erupciones documentadas, estos eventos si conforman un simulacro real y natural, por parte del mismo volcán, para las poblaciones cercanas para los investigadores y para las instituciones de primera respuesta encargadas del manejo de emergencias y reducción de riesgos.

El futuro

Conociendo los antecedentes del Volcán Turrialba y separando los escenarios se puede decir que el efecto de marchitamiento y quemaduras en la vegetación circundante ya fue descrito por observadores de la actividad, hace más de 140 años. Si bien no se puede derivar de esta coincidencia que el volcán pasará a una etapa magmática o freato-magmática, como sucedió en aquel entonces, si debe ser muy claro que aún posee el potencial y la capacidad de repetir tal calamidad. El cuándo no es el sujeto de este ensayo ni de la investigación del grupo de vigilancia volcánica, respecto al cómo se puede emplear el recurso de dividir el tema por escenarios posibles con el fin de afinar detalles y formular planes de contingencia.

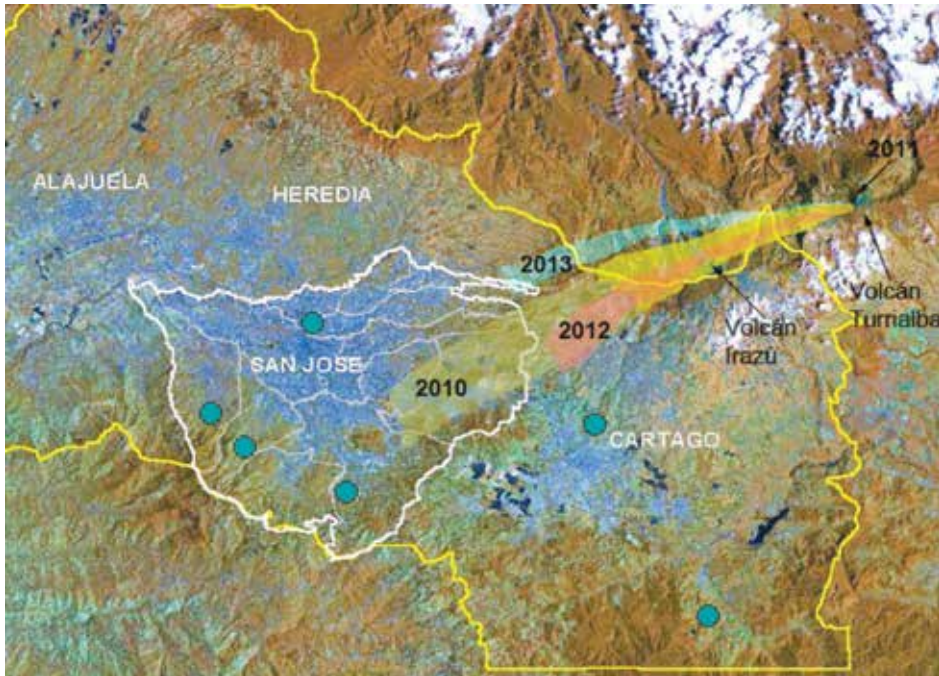
Es necesario ahondar en más y mejores estudios geofísicos e hidrológicos que contribuyan a entender con claridad la dinámica interna de este volcán. La actual tecnología permite recabar información valiosa, y compartirla en tiempo real con la población, con la idea de reducir el riesgo inherente. Es imperante que los estudios en salud humana, animal y vegetal se realicen con la firme intención de recomendar y reducir los efectos hasta ahora observados.

El escenario de gases es tal vez el más inocuo de los que se puedan citar para el historial que posee el Volcán Turrialba. Si ascendemos en severidad y pensamos en la emanación de cenizas en este volcán, el escenario se torna muy pesimista. La calidad del aire (y por ende la calidad ambiental) se puede ver drásticamente reducida por esas erupciones que afectarían las

nuevas tecnologías en el Valle Central, y los alrededores del volcán. Más dramático aún, unas cuantas erupciones de ceniza pueden detener el tráfico aéreo y con ello cerrar la llave de turistas que benefician al país.

Queda solamente una interrogante ¿Se está haciendo lo suficiente para paliar los efectos observados hasta ahora en ocho años de acumulación de efectos por gases? O es que ¿Se debe esperar a pasar de escenario para comenzar a generar medidas de contención y reducción del impacto?

Figura 8. Resumen visual de los 4 eventos mostrando la dirección predominante de los vientos los cuales arrastran material fino (“ceniza”) hasta el Valle Central



Fuente: Mapa: autor desconocido, Trazos: Duarte, E.

Lo próximo

Dado que la predicción no es el camino, ni es el propósito de este ensayo, tampoco debe pensarse en los escenarios posibles inmediatos y a largo plazo. Las bocas abiertas y ensanchadas, por posteriores pulsos de energía seguirán creciendo hasta que se agote el material disponible o

disminuya el flujo que lo impulsa hacia fuera. Mientras tanto el efecto de banda transportadora, siempre con material hacia la boca que sopla, provocara salida de materiales por meses o años.

Más importante aún es pensar si esa dinámica se altera negativamente. En caso de sellamiento de esas válvulas abiertas podría el volcán entrar de nuevo en una acumulación extraordinaria de presión y alta temperatura, que ensanche bruscamente esas cavidades o bien abrir nuevas. En cualquiera de los casos la voladura de nuevos materiales indicaría baño de material fino a largas distancias en la dirección que el viento lo lleve.

Si bien esa no es la fase más severa, por razones de alteraciones macro en las partes internas del volcán se podrían dar desajustes en la presión, de modo tal que se detonen explosiones freato-magmáticas. En tal caso se estaría combinando material viejo que conforma parte del edificio volcánico con aportes de nuevo magma que puede alcanzar la atmosfera con un poder similar a lo que mostró el volcán Irazú a principios de los años sesenta.

Ante este escenario los efectos directos e indirectos escalarían rápidamente. Las amenazas secundarias como deslizamientos, lahares y gases pueden alcanzar territorios todavía no incluidos en un mapa de riesgo volcánico; el cual no existe. La caída de tefras puede sepultar parcialmente amplias zonas alrededor del volcán. Aún más severo se pueden producir avalanchas incandescentes que bajen rápidamente por las laderas provocando destrucción total e inmediata. Este sería el peor escenario para fines de preparación y prevención, igual de grave es el hecho de que la producción de altas columnas de ceniza puede bloquear el tráfico aéreo del país. Si bien la emisión de coladas de lava ha sido parte del crecimiento de ese edificio volcánico, el peligro que eso representaría sería menor comparado con otras amenazas.

En cuanto al proceso agudo de la acidificación se mantendría en tanto se sigan emitiendo gases y vapor ácido. El área hasta ahora afectada se podría extender de modo horizontal ampliando los varios km alcanzados hasta ahora. De igual modo, por el carácter acumulativo de sus efectos, las áreas más severamente impactadas profundizarían hasta mantener suelos estériles de muy lenta recuperación.

Respecto a lo preventivo

Si bien por años se recomendó el mejoramiento de vías para fines de potenciar la economía regional y para evacuaciones rápidas; esto no se hizo. Todavía se está a tiempo. La reducción del impacto económico y humano comienza por ahí y se puede ahondar mucho más. El reforzamiento de la infraestructura hospitalaria y la vigilancia de la salud pública es una forma de prepararse para lo peor. En términos ambientales mucho se puede hacer para proteger las laderas del fuego y la deforestación. La localización y manejo adecuado de las fuentes de aguas, cercanas al volcán, es otro modo de ver el futuro en forma preventiva. Más aún y a mayor plazo; se debe reforzar la estrategia de educación en niños, de modo tal que su sensibilidad sea trasladada por ellos mismos a futuras generaciones. Finalmente la planificación del territorio debe ser una tarea que arranca desde la misma municipalidad e instituciones del estado pasando por el concurso de los vecinos e interesados.

En concreto sobre Ciudad Turrialba

Si bien esta ciudad no se encuentra en la ruta usual de los vientos que le puedan acarrear en forma persistente cenizas o gases, es importante saber que si se puede dar, esporádicamente. Las medidas antes mencionadas, por tanto, pueden ser tomadas desde ahora en la ciudad. De igual importancia el reforzamiento del monitoreo de ríos que colindan con el volcán, es recomendable. En caso de acumulación de capas gruesas de materiales en las partes altas las avalanchas podrían arrastrar volúmenes importantes hacia el valle bajo donde convive la ciudad. En tal caso, y de modo preventivo se deberían combinar las medidas de uso del suelo con obras de ingeniería. Por un lado el corredor a lo largo del río Turrialba podría ser planeado a largo plazo como un corredor verde-biológico para esparcimiento y recreación. Esta zona de amortiguamiento no solo embellece si no que puede ser ocupada por materiales que bajen rápidamente por las cuencas respectivas, igualmente la construcción de gaviones combinados con el dragado podrán hacer de los materiales que pudieran bajar un tránsito fluido y seguro.

Dos prácticas ambientales con múltiples beneficios inmediatos y futuros se pueden reforzar: la protección de cuencas y la salvaguarda de las fuentes que proveen de agua a la ciudad (incluyendo las plantas de tratamiento).

Finalmente, aunque no conclusivo, la actividad ascendente del Volcán Turrialba podría tener un impacto en la vida de cada uno de los vecinos a muchos Km de distancia del cráter activo. Una mentalidad preventiva puede hacer la diferencia entre los lamentos y la adaptación. Si bien este vecino ha prestado muchos servicios ambientales por tantos años sin chistar, es importante prepararse para recibirlo cuando despierte violentamente. No se desea que su errático comportamiento tome por sorpresa.

Referencias bibliográficas

- Clark, S.K., Reagan, M.K., and Trimble, D.A. (2006) this volume, Tephra deposits for the past 2600 years from Irazú volcano, Costa Rica, in Rose, W.I., Bluth, G.J.S., Carr, M.J., Ewert, J.W., Patino, L.C., and Vallance, J.W., *Volcánica hazards in Central América: Geological Society of América Special Paper 412*, doi: 10.1130/2006.2412 (12).
- Duarte, E., et al. (2010). Reconocimiento de Materiales y cambios físicos por erupciones freáticas en la Cima del V. Turrialba. Informe de campo. <http://www/htdocs/vulcanologia/informeDeCampo/2010/InfcampoTurrifreaticas15ene2010.pdf>
- Duarte, E. y Fernández, E. (2011). Reporte de Campo: Formación de lago e inestabilidad de Cráter Oeste, Volcán Turrialba. (<http://www.ovsicori.una.ac.cr/vulcanologia/informeDeCampo/2011/InfurrilagoW9jun11.pdf>)
- Duarte, E. (2012). Incandescencia en 3 puntos simultáneos del Volcán Turrialba. Informe de campo: 2-3 de febrero de 2012.
- Duarte E. (2013). *Reconocimiento de las erupciones del 21 de mayo de 2013. Volcán Turrialba*. (Informe de campo del 24-25 de mayo de 2013). OVSICORI-UNA.
- Fernández, R. (1969). *Estado de los volcanes*. Ministerio de Transportes, Instituto Geográfico Nacional. Informe semestral, Julio a Diciembre. 27- 28
- Havard, G., Brenes, J., Fernández, E., Martínez, M., Menjívar, E., Pacheco, J., Sáenz, W. y Van der Laat, R. (2012). Volcán Turrialba: Apertura de una nueva boca fumarólica en el flanco sureste del Cráter Oeste el 12 de enero 2012. (http://www.ovsicori.una.ac.cr/pdf/2012/Turrialba_eruption-report_2012-01.pdf)

- OVSICORI-UNA.(2013). *Volcán Turrialba: Erupción de Cenizas Terminada. 22 de Mayo 2013.* (<http://www.ovsicori.una.ac.cr/pdf/2012/turrialba18012012.pdf>)
- Reagan, M.K. (1987). *Turrialba Volcano, Costa Rica: Magmatism at the southeast terminus of the Central American arc* [Ph.D. dissertation]: Santa Cruz, University of California, 216 p.
- Soto, G. (1988). *Estructuras volcano-tectónicas del Volcán Turrialba, Costa Rica, América Central.* In Actas Quinto Congreso Geológico Chileno, Santiago, 8–12 de agosto de 1988: Tomo III, p. I-163–I-17.