

**EQUIPO DE INVESTIGACIÓN**

**Walter Hernández.** Geólogo salvadoreño graduado en Porto Alegre, Brasil, en 1979. Hizo estudios de posgrado en Exploración Geotérmica en International School of Geothermics, Pisa, Italia, en 1988. Hizo estudios de maestría en Tecnologías Geológicas en la Universidad Politécnica de Madrid, en 2005. Posgrado en vulcanología en la Fundación de Estudios Superiores, 2016. Olot, Barcelona, España. Ha participado en proyectos geotérmicos para generación de energía eléctrica; en geología de pozos geotérmicos. Como geólogo en proyectos hidroeléctricos en las fases de prefactibilidad y factibilidad, además hidrogeológicos para abastecimiento de agua potable. Los últimos 16 años laboró en peligros geológicos: movimientos de laderas y en vulcanología física. Estudios de volcanes monogenéticos asociados con la caldera de Ilopango en el Observatorio Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. De 2004 a 2014 fue docente de Geología para Arqueólogos y Geografía Física para estudiantes de Arqueología en la Universidad Tecnológica de El Salvador. Actualmente está jubilado y ocupa como consultor en geología.

**Brian Jicha.** Recibió su Licenciatura en Geología (graduado con honores) en la Universidad de Cleveland State, la Maestría y Doctorado en Geología en la Universidad de Wisconsin-Madison. Es científico investigador asociado en la Universidad de Wisconsin-Madison donde dirige el laboratorio WiscAr. Ha sido autor y coautor de 56 artículos revisados por expertos desde 2003. Su investigación se centra en el uso de la datación radiométrica 40Ar / 39Ar, junto con el mapeo geológico detallado, la geoquímica y la estratigrafía para entender las historias eruptivas y evolución magmática de largo plazo de los arcos volcánicos activos. También investiga la iniciación de la subducción y el desarrollo de arcos de islas del circum-Pacífico desde el Eoceno. Es miembro de la Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior de la Tierra (IAVCEI), la Unión Geofísica Americana (AGU) y de la Sociedad Geológica de América (GSA).

**Autoridades Utec**

**Dr. José Mauricio Loucel**  
Presidente Utec y Rector Honorario Vitalicio

**Lic. Carlos Reynaldo López Nuila**  
Vicepresidente de la Junta General Universitaria

**Lic. José Mauricio Loucel Funes**  
Presidente de la Junta General Universitaria

**Ing. Nelson Zárate**  
Rector Utec

**Licda. Noris Isabel López Guevara**  
Vicerrectora de Investigación y Proyección Social

**Dra. Camila Calles Minero**  
Directora de Investigaciones

**INVESTIGACIÓN EN BREVE**

Es una colección de fascículos que resumen los resultados de las investigaciones realizadas por la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social.

**No hay enseñanza sin investigación ni investigación sin enseñanza**  
Pablo Freire

**OTRAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN UTEC**

- Turismo
- Innovación Social
- Psicología Social
- Industria 4.0



Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social  
Calle Arce y 19ª avenida Sur n.º 1045, edificio *Dr. José Adolfo Araujo Romagoza*,  
San Salvador, El Salvador, (503) 2275 1013 / 2275 1011



[www.utec.edu.sv](http://www.utec.edu.sv)

Centro de llamadas: 2275-8888  
Maestrías: 2275-2700



**HAGAMOS LA DIFERENCIA. SEAMOS MEJORES.**

**Universidad Tecnológica  
de El Salvador**



**Múltiple colapso sectorial  
del volcán de San Salvador**

Investigadores:  
Walter Hernández  
Brian Jicha

# Múltiple colapso sectorial del volcán de San Salvador



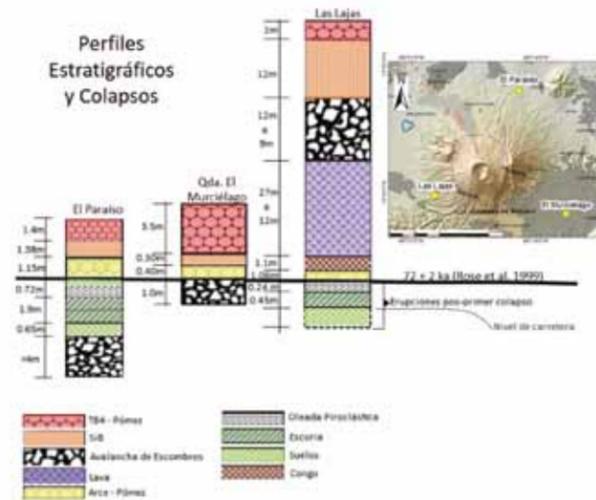
www.elsalvadormipais.com

La proyección del volcán San Salvador (VSS) sugiere que este alcanzó una altura cercana a 2.700 metros sobre el nivel del mar, significando que fue en su momento el volcán más alto de El Salvador. Fue un edificio volcánico inmenso que sobresalía de todo el relieve salvadoreño. Ahora El Picacho representa una ruina de ese volcán que colapsó. Previo a este estudio, siempre se creyó que el colapso del VSS había ocurrido en un solo evento inmediatamente después de la erupción pliniana G<sup>1</sup> (Gris 1) de 30 ka, y que esta erupción estaba relacionada con la última erupción del VSS. Después del colapso se construiría en el interior de la caldera el volcán Boquerón. Además, tampoco se sabía dónde se encontraba el depósito de la avalancha de escombros. En realidad, un estudio con ese propósito no se había realizado antes.

El problema entonces era descubrir donde se localizaban los escombros provenientes del colapso y cómo estaban distribuidos. Las tefras de las calderas vecinas Ilopango y Coatepeque, y los mismos productos eruptivos del volcán Boquerón, han cubierto totalmente la avalancha de escombros y el relieve monticular que ese depósito produce no se refleja en superficie por estar sepultado. El área del trabajo comprende todo alrededor del VSS y ambos extremos del Graben Central. El trabajo de campo realizado en las quebradas más profundas en las laderas del volcán, en los cortes de la red vial, excavaciones profundas en grandes edificaciones y en núcleos de perforación permitió reconocer los escombros del colapso, su relación estratigráfica con las tefras que yacen arriba y abajo del depósito, medida de espesores, las

características de los clastos y la manera cómo se distribuyó toda esa masa caótica de clastos de tamaños muy variados. ¿Cómo y cuándo ocurrió el colapso? Los trabajos de levantamiento de perfiles estratigráficos y la identificación de las tefras guías y el marcador de tiempo de las tefras Arce del Coatepeque, cuya relación estratigráfica con los escombros no era constante alrededor del volcán. El comportamiento espacial distinto de los estratos nos llevó a pensar que no se trataba de un único evento de colapso, sino que eran tres que había experimentado el volcán y se encontró el orden en que estos ocurrieron. Los fechamientos Ar<sup>40</sup>/Ar<sup>39</sup> realizados en depósitos cercanos a los escombros nos acercaron a la respuesta de cuándo esos procesos destructores ocurrieron.

¿Qué fue lo que produjo el colapso? Esta es una pregunta muy amplia que resolver. El ambiente transtensivo con movimiento de cizalla dextral que rodea al VSS ha jugado un papel muy importante en la destrucción de este aparato volcánico. Los esfuerzos generados por esas fallas regionales transtensivas con rumbo general casi E-W, produjeron deformaciones y fallamientos en el macizo volcánico por donde circulan fluidos magmáticos, que produjeron alteración hidrotermal, debilitando así gradualmente sus laderas. El basamento inclinado hacia el oeste fue otro factor que indujo asimetría en el cuerpo del volcán. Las fallas en sí vienen acompañadas de fuertes sacudidas sísmicas que afectan la estabilidad de cualquier volcán. La combinación de estos factores y laderas altas y muy empinadas del volcán, se cree que fue la causa de esa destrucción. Los colapsos sucesivos que destruyeron el



VSS iniciaron ~75 ka y finalizaron <62 ka. Las avalanchas de escombros que se formaron no viajaron mucho; la más lejana que se ha constatado se movilizó 11 km al sureste, en la ciudad de San Salvador. La avalancha de escombros que se dirigió hacia Santa Tecla no logró rebasar la barrera topográfica de la cordillera del Bálsamo. En Antiguo Cuscatlán, y en el sureste de San Salvador, la avalancha logró subir las colinas, pero no pudo sobrepasar la máxima altura de esa cordillera. Por tanto, los espesores mayores de la avalancha de escombros deben estar en las partes más bajas del Graben Central.

Por tanto, la importancia de este estudio es que concluimos que la erupción G1 ocurrió bastante después del primer colapso sectorial y que esta erupción era parte de la historia eruptiva del Boquerón y no del VSS. Hasta que este estudio se realizó se logró comprender que no se trataba de un evento, sino de tres colapsos sectoriales. La parte que corresponde a El Picacho es aquella porción del volcán que no se ha caído completamente y, por estar en desequilibrio, es susceptible de desplomarse e impactar a la población del municipio de Ayutuxtepeque principalmente. Este tipo de megadeslizamientos no tiene señales precursoras y ocurre sin aviso. Por eso debe informarse a la población, para que sepa el tipo de peligro que la acecha; y no hay obra civil que pueda frenarlo, por lo que hay saber convivir con ese riesgo o buscar una opción alternativa. De la parte noroeste del volcán en Lourdes, Colón, y sureste de Santa Tecla, no se tiene información por carecer de quebradas profundas. Por tanto, debe hacerse un esfuerzo para que se emplee una

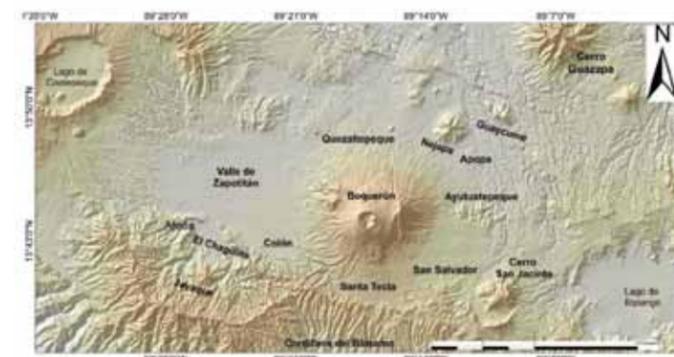


Figura 1. Localización del volcán de San Salvador entre las calderas de Ilopango y de Coatepeque. Dentro de esa área se encuentran las calderas Jayaque y Planes de Renderos, además de los volcanes Guazapa, Nejapa, Guaycume, El Chagüite y el complejo volcánico San Jacinto. Hacia el sur la cordillera del Bálsamo mientras que el área metropolitana de San Salvador se localiza alrededor del volcán.

máquina con pala mecánica para abrir trincheras profundas para buscar el depósito de avalancha de escombros. Es muy probable que dentro del arco volcánico salvadoreño haya otros volcanes que estén en condiciones tectónicas algo parecidas al VSS; y valdría la pena emplear un análisis similar para comprender si se trata de un mecanismo común de destrucción de los volcanes de El Salvador. Los análisis de fechamiento Ar<sup>40</sup>/Ar<sup>39</sup> realizados en rocas y tefras en materiales volcánicos han permitido mejorar el conocimiento estratigráfico que se tiene de la zona alrededor del VSS, conocer el basamento que soporta a este y también las relaciones generales de los depósitos de las calderas Jayaque, Santo Tomás, Planes de Renderos y su relación estratigráfica con la del VSS.

El trabajo de investigación tuvo una duración de dos años: 2016-2017. El estudio fue realizado con el apoyo financiero de la Universidad Tecnológica de El Salvador, con el apoyo logístico y de un geólogo del Observatorio Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y con el apoyo de laboratorio y de un especialista en geocronología y geoquímica de la Universidad Wisconsin-Madison, USA. Las alcaldías alrededor del volcán ofrecieron gran apoyo de personal de campo; y eso hizo más fácil las tareas de campo. Es conveniente que todas las alcaldías que conforman el área metropolitana de San Salvador puedan también informarse sistemáticamente no solamente sobre el aspecto de colapso del VSS, sino también sobre qué hacer en caso de una crisis volcánica, qué cuidados hay que tener en cuenta y cuáles serían las rutas de evacuación. La importancia de este trabajo se ha reflejado en el interés de varias instituciones, congresos nacionales e internacionales donde este trabajo se ha presentado.

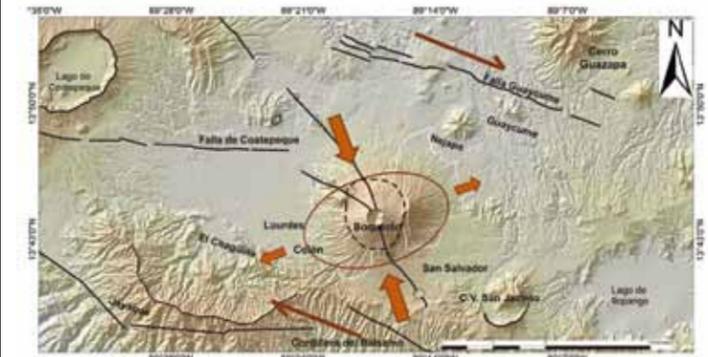


Figura 2. Mapa tectónico del Graben Central de El Salvador. Elipsoide de esfuerzos sobre el macizo volcánico de San Salvador, mostrando los mayores esfuerzos en dirección NW-SE, donde se establecen fallas paralelas a esos esfuerzos, conos de escorias, cráteres de explosión y las erupciones de flancos.

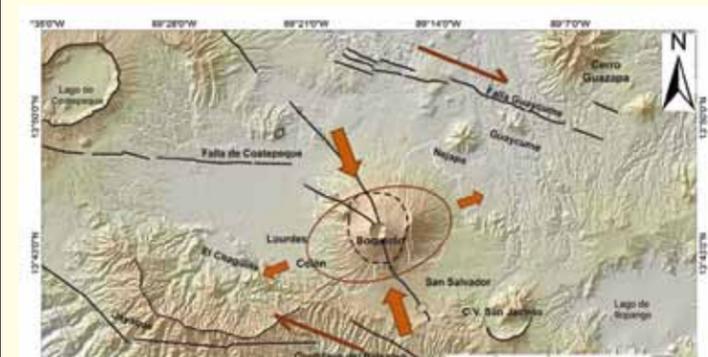


Figura 3. Mapa de afloramientos de la avalancha de escombros alrededor del VSS. Los puntos verdes son los afloramientos de los escombros. Los puntos rojos representan la ausencia de afloramientos y delimitan la avalancha. Los rectángulos verdes son las trincheras con presencia de avalanchas. El rectángulo negro indica que aún no se ha encontrado la avalancha.