

---

## *Excursión Volcán Pacaya: Complejo volcánico y volcanismo basáltico*

---

En este viaje viajaremos al volcán Pacaya, un ejemplo de vulcanismo basáltico. Visitaremos coladas de lava recientes y antiguas antes de dirigirnos a los flancos inferiores del cono Mackenney. Es un día largo, aunque no muy exigente físicamente. Necesitará llevar con usted una buena cantidad de agua (habrá una cantidad disponible, pero es una buena idea traer más), almuerzo (suministrado) y uno o dos bocadillos para aguantar el regreso hasta la Antigua (puede que la llegada sea bastante tarde para los últimos autobuses).

Actividad	Tiempo previsto
Conducir a la Entrada del Parque Volcán Pacaya	1 hr 15 minutos
Caminata hacia Cerro Chino	1 hr 30 minutos
Almuerzo y vista a coladas de lava	2 hrs
Vuelta al autobus	1 hora 30 minutos
Vuelta a la Antigua	1 hora 15 minutos
<b>Total:</b>	<b>~7 horas</b>

Todos los horarios son aproximados.



<b>Última erupción</b>	<b>2021</b>
<b>Elevación</b>	2552 msnm (8371 psnm)
<b>Ubicación</b>	14.38°N / -90.6°W (31 km distancia a la Ciudad de Guatemala, 35 km de Antigua)
<b>Máximo IEV registrado</b>	3
<b>Tipo de actividad</b>	estromboliana, subPliniano

### Contexto

Volcán Pacaya es un complejo de volcanismo basáltico situado al sur de la caldera pleistocena de Amatitlán. La mayor parte del complejo se ha formado en los últimos 23.000 años. El volcán está compuesto por flujos de lava basáltica intercalados con capas de caída de escoria, lechos de flujos piroclásticos y tobas soldadas. El complejo está formado por el estratovolcán Pacaya Viejo y múltiples conos secundarios de gran tamaño (Cerro Grande, Cerro Chiquito y Cerro Chino), así como numerosos flujos de lava y tefra. Estos conos han estado inactivos desde el siglo XIX, pero la actividad continúa en el cráter principal: el cono Mackenney. Las erupciones estrombolianas suelen producir flujos de lava a'a y expulsar bombas incandescentes, mientras que las erupciones subplinianas, que son menos comunes, cubren de ceniza las zonas cercanas. Las erupciones de Pacaya suelen ser visibles desde Ciudad de Guatemala. El régimen de la actividad actual del Volcán Pacaya comenzó en 1961. Esta actividad es principalmente estromboliana, pero también hay extrusiones intermitentes de flujos de lava en los flancos del cono Mackenney; estas extrusiones normalmente salen ~300-500 m por debajo de la cumbre. (Dalton *et al.*, 2010).



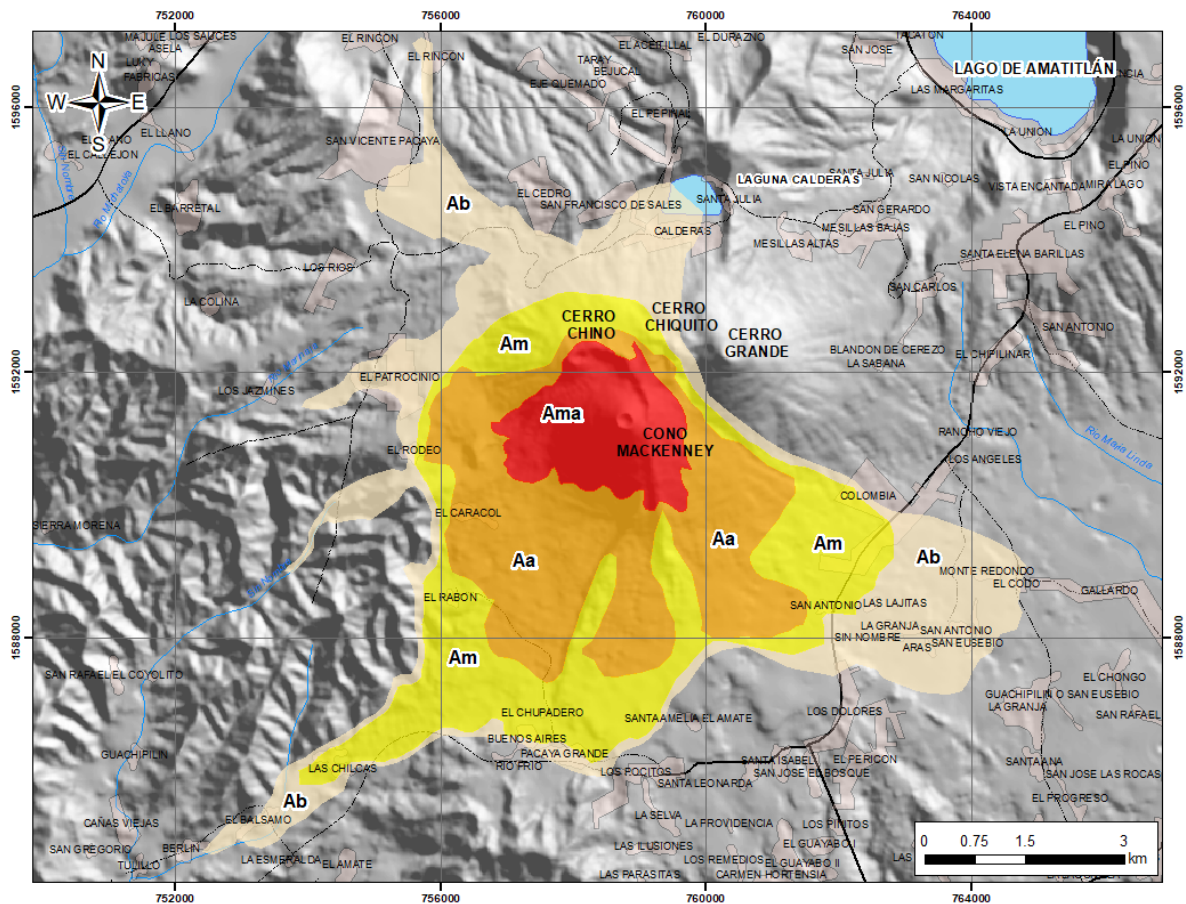
**Figura 1.** Mapa del Volcán Pacaya y su ubicación con relación a Ciudad Guatemala, Antigua Guatemala, y la caldera Amatitlán.

Pacaya es uno de los volcanes más activos de Guatemala. Ha estado en erupción casi continuamente desde 1961. Sus erupciones son usualmente de IEV 1-3. Los estudios paleomagnéticos de los flujos de lava expuestos indican que la actividad del Volcán Pacaya es generalmente episódica, con períodos eruptivos cortos seguidos de períodos de quietud más largos. La actividad eruptiva del Volcán Pacaya puede pasar rápidamente de efusiva a explosiva. Se carece de registros escritos sobre las erupciones anteriores al siglo XVI, pero fue entonces cuando se produjo la mayor parte de la actividad de formación de conos. El colapso del estratovolcán Pacaya Viejo ocurrió hace 600-1500 años y creó un depósito de avalancha de escombros de 25 km de longitud. Desde el siglo XVI hasta el año 1860, la actividad se limitó al cráter del colapso de Pacaya Viejo y al cono de Cerro Chino. El colapso se ha rellenado parcialmente con el cono Mackenney, un pequeño cono compuesto que es ahora el centro de la actividad en Pacaya. La Red Global de Vulcanismo (GVP) documenta 15 erupciones confirmadas y 4 inciertas durante este tiempo, que tienen IEV entre 2 y 3. Una erupción particularmente notable es la de julio de 1775, que produjo un extenso manto de tefra que se extendió hasta Antigua, y un flujo de lava basáltica que recorrió 6 km desde su ventada en Cerro Chino.

Una escarpa de colapso arqueada que rodea los flancos norte y este marca la extensión del cono Mackenney, y confinó el alcance de la actividad efusiva durante las erupciones entre 1961 y 2009. Sin embargo, esta barrera topográfica se ha roto desde entonces y una gran erupción de flujo de lava ha provocado que la lava fluya hacia zonas pobladas cercanas, lo que resalta la necesidad del asesamiento y monitoreo de las amenazas de flujo de lava. Esta necesidad inspiró un estudio realizado por [Morgan et al \(2013\)](#) que utilizó datos de satélite infrarrojo térmico para calcular los índices de efusión de lava del Volcán Pacaya durante la fase eruptiva de 2004-2010. Se identificaron dos tipos de actividad efusiva en el subgrupo de flujos analizados en este estudio: un tipo de actividad de corta duración y índice de efusión relativamente alta ( $1-10\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ), y un tipo de actividad de larga duración y tasa de efusión relativamente baja ( $0,1-1\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ). El primer tipo de actividad es el más peligroso, ya que este tipo de flujo se fluye más rápidamente y cubre áreas y distancias mayores que el segundo tipo de actividad. En el futuro, si los datos de satélite permiten distinguir entre los dos tipos de actividad en tiempo real, podrán establecerse planes de evacuación en los flancos abajo del viento eruptivo en la cumbre con anticipación de un flujo de lava (si se trata del primer tipo).

Sin embargo, siguen siendo frecuentes los eventos eruptivos de mayor magnitud, que pueden implicar grandes riesgos a las comunidades cercanas. En 1987, las erupciones destruyeron 63 casas y obligaron a evacuar a 3.000 personas en comunidades cercanas al volcán, debido a las caídas de ceniza y flujos de lava. En 1991, la generación de una serie de flujos piroclásticos provocaron nuevas evacuaciones y dejaron a 2.000 personas sin hogar. Pacaya tenía actividad intermitente entre julio de 2004 y octubre de 2010. En mayo de 2010, el volcán entró en un período especialmente activo, produciendo explosiones los días 27 y 28. En los meses previos a estas explosiones, había efusión de flujos de lava en los flancos este y suroeste del volcán. Esta actividad eruptiva provocó un manto de ceniza que se extendió 1000  $\text{km}^2$ . La ceniza llegó hasta Ciudad de Guatemala, donde el aeropuerto internacional La Aurora tuvo que cerrar durante cinco días. El material incandescente se elevó hasta 1,5 km por encima del cráter. Unos pueblos situados al norte del cono del Mackenney, incluso El Cedro, San Francisco de Sales y Calderas, se vieron afectados por el alto volumen balístico de la erupción, que causó 59 heridos y la evacuación de unas 2.000 personas ([Rose et al., 2013](#)). La ceniza también causó problemas en muchos lugares: la ceniza cayó sobre muchos de las comunidades

alrededor del Volcán Pacaya y pudieron detectarse hasta en la costa caribeña. También causó efectos secundarios en forma de flujos de escombros debido a las lluvias fuertes producidas de la tormenta tropical Agatha: en algunos lugares, cayó hasta 0,9 m de lluvia. La actividad estromboliana continuó en junio, pero con menor intensidad, y las emisiones se volvieron más efusivas, más cercanas al comportamiento típico de Pacaya. La actividad explosiva sólo causó una muerte directo y dos personas mas murieron al limpiar la tefra de sus techos. Desafortunadamente, la tormenta tropical causó 179 muertes.

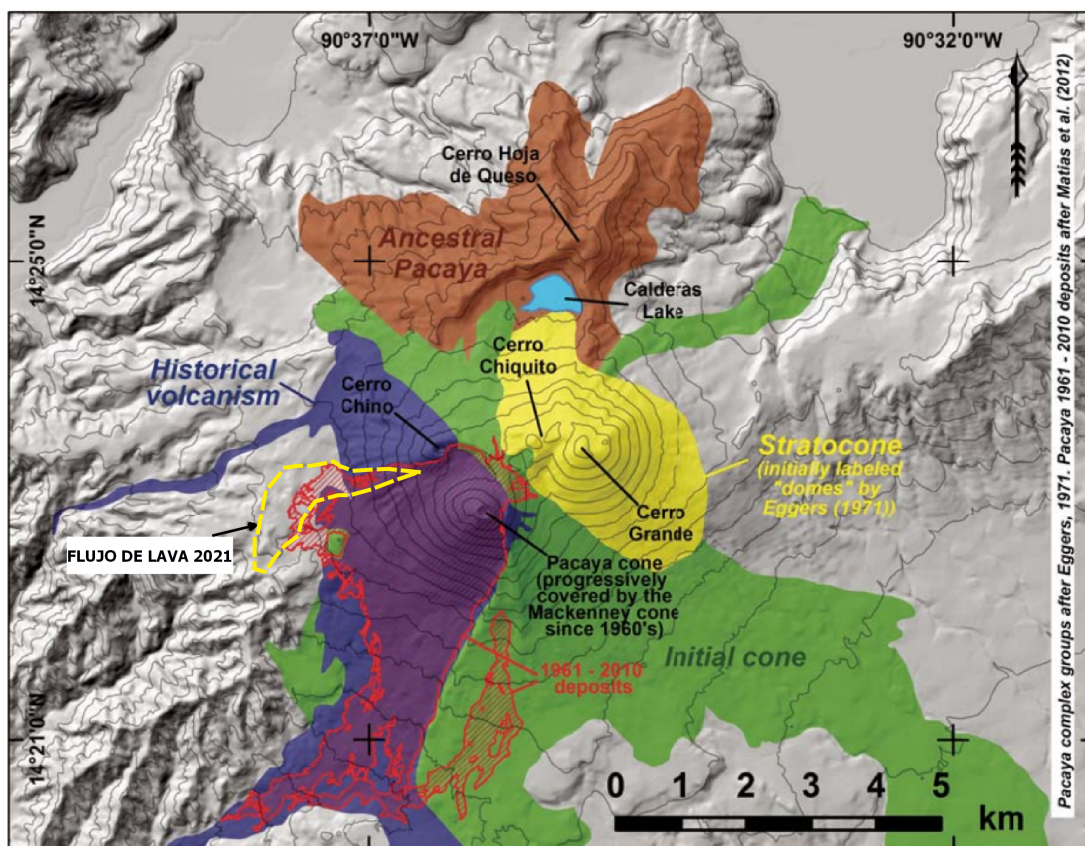


**Figura 2.** Mapa de amenazas del Volcan Pacaya, hecho por Carla Chun (UMG) (Ama = amenaza muy alta, Aa = amenaza alta, Am = amenaza mediana, Ab = amenaza baja)

Una erupción subpliniana en marzo de 2014 generó nubes de ceniza de 4 km de altura y provocó el desvío de vuelos de la zona. En 2021 se generó una serie de flujos de lava producidos desde los flancos occidentales durante una erupción fisural y un vaciado del cráter en una serie de explosiones (que fueron relativamente grande entre los que ha producido Pacaya). La lava producido por Pacaya es basalto olivínico porfídico, con fenocristales de hasta 45% de plagioclasa, más olivino, clinopiroxeno y óxidos de Fe-Ti. La masa base está compuesta por estos mismos minerales además de vidrio. Los basaltos suelen tener un 47-52% en peso de SiO<sub>2</sub> y un 18-21% en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Están enriquecidos en elementos litófilos de iones grandes (LILE) y empobrecidos en elementos de alta intensidad de campo (HFSE). Las lavas tienen una ratio FeO/MgO muy alta en comparación con rocas máficas de diferentes escenarios tectónicos. Este ratio es típico del arco centroamericano, donde hay escasez de los basaltos primitivos. Es probable que las lavas magnésicas que suben a través de la corteza

continental quedan atrapadas en el Moho debido a su pronunciado gradiente de densidad. Los magmas se acumulan a la profundidad del Moho, lo que significa que se fraccionan antes de erupcionar a la superficie.

Los flujos de lava más antiguos de Pacaya (>0,5Ma) son basaltos y andesitas basálticas. De los basaltos a las andesitas, hay un aumento de SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, Rb, Zr, Ba y Th, y una disminución de MgO, CaO, TiO<sub>2</sub> y Sr, lo que sugiere una cristalización fraccionada en una cámara magmática de alto nivel. Los domos de lava que siguieron, incluido Cerro Chiquito, son de andesíticos a dacíticos con enclaves de andesita basáltica en un 20-30%. Estos enclaves no están relacionados con la dacita de los domos por simple cristalización fraccionada, por lo que la asociación de los dos tipos de roca debe ser el resultado de una mezcla previa a la extrusión. Se puede explicar esta asociación con uno de dos configuraciones subsuperficiales: pueden existir dos cámaras magmáticas poco profundas que son conectadas debajo del domo, o puede que el magma de una única cámara poco profunda está alterado por la adición y refundición de acumulados de anfíboles procedentes de mayores profundidades.



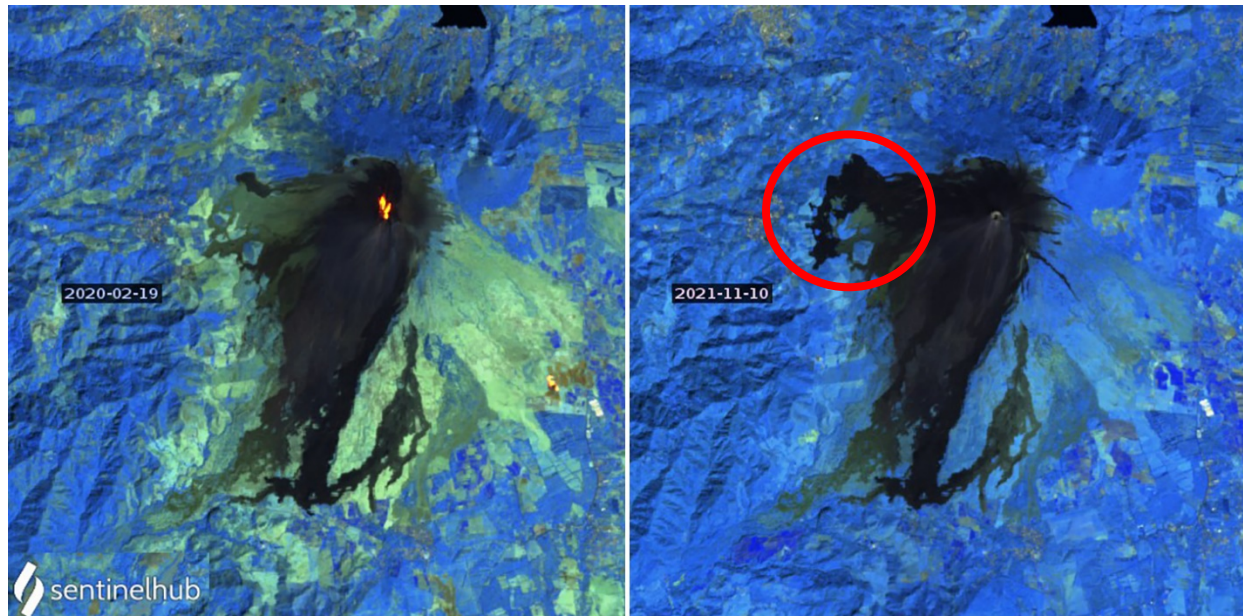
**Figura 2.** Mapa de flujos de lava recientes del Volcan Pacaya (hecho por Carla Chun (UMG))

Las corrientes de lava más recientes del cono activo de Pacaya muestran un retorno a los basaltos y andesitas basálticas de fases anteriores: los dos grupos de corrientes tienen casi la misma composición de elementos principales y traza. Los datos de composición de la pluma (Battaglia et al., 2019) sugieren que Pacaya presenta una composición pobre en H<sub>2</sub>O (para un volcán de arco) del 80.5 mol. %, con una proporción característica de CO<sub>2</sub>/St magmático de aproximadamente 1.0 a 1.5. Tanto la composición pobre en H<sub>2</sub>O como la baja proporción de

CO<sub>2</sub>/St sugieren una limitada presencia de fluido de losas y una derivación dominante del manto de los volátiles emitidos. Las relaciones <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He medidas en inclusiones fluidas alojadas en olivinos (Ra) están dentro del rango de los MORB ( $8 \pm 1Ra$ ) y son de los valores más altos en el Arco Centroamericano. Esto respalda fuertemente la idea de que la fuente del manto debajo de Pacaya carece de cualquier contaminación de <sup>4</sup>He radiogénico de la losa o la corteza. Esta afinidad del manto por el He (y C) es consistente con evidencia petrologica/geoquímica independiente que sugiere que los magmas debajo de Pacaya se forman mediante fusión por descompresión en lugar de la adición de fluido de la losa, y también indica un tránsito rápido del magma en la corteza, favorecido por un régimen extensional local.

### **Parada uno: Las corrientes de 2021 con vista panorámica**

Una vez al inicio de la ascensión, te dirigirás a la primera parada, un mirador desde donde podrás observar la extensión de las corrientes más occidentales. Este es el sitio de la actividad más reciente en Pacaya, en 2021. Entre febrero y mayo de 2021, una serie de explosiones vaciaron el cráter y una sucesión de flujos de lava emanaron del flanco occidental (destacados en amarillo en la figura 1) y se dirigieron hacia el pueblo de El Patrocinio.



**Figura 3.** De GVP. Imágenes satelitales previas y posteriores a la colocación de las corrientes de lava de Pacaya en 2021.

### **El antiguo observatorio y las corrientes en la cumbre**

Después de una caminata adicional desde el mirador, llegarás al antiguo observatorio (abandonado) y tendrás tu primera vista del sistema del cráter en la cumbre. Conocerás el cono Mackenney, una impresionante estructura a pesar de tener solo 63 años. Hay varias secuencias de flujos que se superponen y algunas texturas de flujo hermosas. Observarás las fisuras de 2021 (la fuente de las corrientes) y Cerro Chino, un cono ancestral de una erupción en 1775 parcialmente relleno por una extensa corriente de lava en 2014.

## Referencias

- Battaglia, A., Bitetto, M., Aiuppa, A., Rizzo, A.L., Chigna, G., Watson, I.M., D'Aleo, R., Juárez Cacao, F.J. and de Moor, M.J., 2018. The Magmatic gas Signature of Pacaya Volcano, with implications for the volcanic CO<sub>2</sub> flux from Guatemala. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 19(3), pp.667-692.
- Dalton, M.P., Waite, G.P., Watson, I.M. and Nadeau, P.A., 2010. Multiparameter quantification of gas release during weak Strombolian eruptions at Pacaya Volcano, Guatemala. *Geophysical Research Letters*, 37(9).
- Morgan, H.A., Harris, A.J. and Gurioli, L., 2013. Lava discharge rate estimates from thermal infrared satellite data for Pacaya Volcano during 2004–2010. *Journal of volcanology and geothermal research*, 264, pp.1-11.
- Rose, W.I., Palma, J.L., Escobar Wolf, R., and Matías Gomez, R.O., 2013, A 50 yr eruption of a basaltic composite cone: Pacaya, Guatemala, in Rose, W.I., Palma, J.L., Delgado Granados, H., and Varley, N., eds., *Understanding Open-Vent Volcanism and Related Hazards: Geological Society of America Special Paper 498*, p. 1–21, doi:10.1130/2013.2498(01)