

Historia y desarrollo de la vulcanología en Costa Rica desde las publicaciones periódicas de finales del siglo XIX al XXI

History and development of volcanology in Costa Rica from the periodicals of the late 19th century to the 21st century

Mauricio M. Mora 

Universidad de Costa Rica (UCR), Escuela Centroamericana de Geología (ECG) y
Red Sismológica Nacional (RSN), San José, Costa Rica
mauricio.mora@ucr.ac.cr

(Recibido: 19/04/2024; aceptado: 03/05/2024)

RESUMEN: A finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX la vulcanología en Costa Rica no fue favorecida institucionalmente y su desarrollo recayó en un grupo de científicos de la época que se encargaron, con poco tiempo y recursos, de explorar y describir los volcanes y su actividad, así como otros relieves, rocas y procesos ígneos. Este conocimiento quedó plasmado en una pléyade de revistas científicas, culturales y pedagógicas, incluso periódicos, de la época, que poco a poco permeó hacia la sociedad, lo que cambió su percepción hacia el vulcanismo y otros procesos relacionados. Los protagonistas principales, en orden de aparición, fueron: Henri Pittier, José Fidel Tristán, Paul Schaufelberger y César Dóndoli. Ellos constituyeron los pilares sobre los que se sustentó la investigación sobre vulcanismo y sismicidad en Costa Rica desde finales del siglo XIX y 1959, hasta que se consolida la institucionalización de la geología, la vulcanología y la sismología entre 1960 y 1989. Esto impulsado por la creación de las universidades públicas y otras instituciones en las que la investigación geológica era requerida. Esto también favoreció que emergiera una nueva generación de revistas científicas especializadas, entre ellas, la *Revista Geológica de América Central*, a partir de las cuales se inició la difusión del conocimiento vulcanológico moderno. Este trabajo fue motivado por la celebración de los 40 años de la *Revista Geológica de América Central*, no solo como tributo a la revista y a quienes la crearon, sino también a sus raíces históricas y a quienes contribuyeron, en distintas épocas, con el desarrollo de la vulcanología, la sismología y la geología en Costa Rica.

Palabras clave: historia de la vulcanología; revistas científicas; vulcanismo; Henri Pittier; José Fidel Tristán; Paul Schaufelberger; César Dóndoli; Costa Rica.

ABSTRACT: At the end of the 19th century and the first half of the 20th century, volcanology in Costa Rica was not favored institutionally and its development fell to a group of scientists of the time who, with little time and resources, took on the task of exploring and describing volcanoes and their activity, as well as other reliefs, rocks and igneous processes. This knowledge was reflected in a plethora of scientific, cultural and educational journals, including newspapers of the time, which gradually permeated



the society, changing its perception of volcanism and other related processes. The main protagonists, in order of appearance were Henri Pittier, José Fidel Tristán, Paul Schaufelberger and César Dóndoli. The main protagonists, in order of appearance, were: Henri Pittier, José Fidel Tristán, Paul Schaufelberger and César Dóndoli. They were the pillars on which research on volcanism and seismicity in Costa Rica was based from the end of the 19th century and 1959, until the institutionalization of geology, volcanology and seismology was consolidated between 1960 and 1989. This was driven by the creation of public universities and other institutions where geological research was required. It also favored the emergence of a new generation of specialized scientific journals such as the *Revista Geológica de América Central*, from which the dissemination of modern volcanological knowledge began. This work was motivated by the celebration of the 40th anniversary of the *Revista Geológica de América Central*, not only as a tribute to the journal and to those who created it, but also to its historical roots and to those who contributed, at different times, to the development of volcanology, seismology and geology in Costa Rica.

Keywords: history of volcanology; scientific journals; volcanism; Henri Pittier; José Fidel Tristán; Paul Schaufelberger; César Dóndoli; Costa Rica.

Introducción

A inicios del siglo XIX el acceso a la educación en Costa Rica era escaso, y quienes lo tenían, aprendían bajo un espíritu teocrático en el que no era posible el pensamiento crítico y filosófico, por lo que la enseñanza era meramente instrumental (Quijano, 1939). No es sino con la transformación de la Casa de Enseñanza de Santo Tomás en universidad, que se impulsó la educación secundaria y superior en Costa Rica, aunque no duraría mucho ya que con la reforma educativa promulgada en 1886 por el Lic. Mauro Fernández Acuña (1843-1905), entonces Secretario de Instrucción Pública, la universidad fue cerrada (Díaz, 2020). Esto agudizó la falta de educación superior para los jóvenes costarricenses más desfavorecidos económicamente, al mantenerlos fuera de las profesiones que ejercían las personas representantes de las élites (Molina, 2014; Peraldo, 2007). Aun así, dicha reforma permitió una mayor educación, al menos, con la mínima instrucción que incluía las ciencias naturales y la geografía universal y de Costa Rica (Quijano, 1939).

Durante el siglo XIX la visita de naturalistas, principalmente alemanes (p. ej. Karl von Seebach, Alexander von Frantzius, Karl Hoffman, Moritz Wagner, Karl Schercher, y Franz Kurtze, entre otros), contribuyó escasamente al desarrollo de las ciencias geológicas en Costa Rica. En esa época, el conocimiento se publicaba en el extranjero, por la ausencia de medios locales, y quedó en las élites socialmente poderosas con acceso a la educación superior fuera de Costa Rica y a la literatura especializada, lo que impidió la alfabetización científica de la mayoría de la población decimonónica (Peraldo, 2002; Yacher, 2002). De modo que, aun cuando esos naturalistas desarrollaron un conocimiento primigenio sobre los volcanes y otros aspectos geológicos de Costa Rica, este quedó fuera del país y no permitió el desarrollo autóctono de la geología, la vulcanología y la sismología (Alvarado et al., 1991; Alvarado y Morales, 1989). No fue sino con la reforma educativa de 1886 que se catalizó el despunte de las ciencias (Barrantes y Ruiz, 1994; Díaz, 2003, 2005; Hilje, 2023; Peraldo, 2002) al reforzar la educación científica mediante la contratación de profesores extranjeros, principalmente suizos, quienes impulsaron la institucionalización de las ciencias. La imprenta, por otro lado, había sido introducida casi seis décadas antes, por lo que el desarrollo de las ciencias se acompañó del despegue de las publicaciones científicas, culturales y pedagógicas (Solano y Díaz, 2009).

En este escenario educativo y científico del epílogo decimonónico y de inicios del siglo XX, geología, la vulcanología y la sismología empezaban a desarrollarse, aunque tenuemente y no de forma sistemática (Alvarado, 2021; Alvarado y Morales, 1989). Asimismo, el conocimiento generado en dichas disciplinas quedaría plasmado en una pléyade de revistas científicas, culturales y pedagógicas de la época. La institucionalización de las ciencias geológicas y, sobre todo, la creación de las universidades públicas a partir de los años cuarenta, abrieron la puerta a la creación de nuevas revistas científicas especializadas, entre ellas, la *Revista Geológica de América Central* en 1984, cuya celebración de su 40° aniversario ha motivado la redacción de este trabajo, no solo como un tributo a esa revista y quienes la crearon, sino también a sus raíces históricas y a quienes, en distintas épocas, contribuyeron con la introducción, desarrollo y consolidación de la vulcanología, la sismología y la geología en Costa Rica.

Antecedentes

La práctica de someter los resultados de los trabajos de investigación al escrutinio de la comunidad científica a través de las publicaciones se remonta al siglo XVII (p. ej. Mendoza y Paravic, 2006; Piqueras, 2007; Martín, 2019). En América Latina el despegue de las revistas científicas no tuvo lugar sino hasta el siglo XIX y en Costa Rica ocurrió a finales de ese siglo (Solano y Díaz, 2009). Por otra parte, los estudios relativos a publicaciones periódicas en Costa Rica son escasos. Un estudio pionero lo realizó Flora Ovares en su obra *Literatura de kiosko: revistas literarias de Costa Rica, 1890-1930* (Ovares, 1994) y que luego amplió en otra obra ulterior titulada *Crónicas de lo efímero: revistas literarias de Costa Rica* (Ovares, 2011). Naranjo (1998) resaltó el papel del *Boletín de Agricultura Tropical* en la difusión del conocimiento agronómico a finales del siglo XIX. Solano y Díaz (2009) hicieron un análisis histórico de la ciencia en las revistas científicas, culturales, literarias, religiosas y pedagógicas en Costa Rica. Más recientemente, Denyer y Lücke (2014) expusieron la trayectoria de la *Revista Geológica de América Central* entre 1984 y 2014, en tanto que De Filippo et al. (2016) lo hicieron para la *Revista Biología Tropical*. Alvarado (2014) hizo un análisis sobre el papel de la *Revista Geológica de América Central* en la difusión del conocimiento vulcanológico, en ocasión de la celebración de los treinta años aniversario de esa revista. González Pérez (2011) hizo un estudio bibliométrico de la obra de Anastasio Alfaro y Henri Pittier en las publicaciones periódicas costarricenses entre 1887 y 1946 con base en la compilación realizada por Solano y Zamora (2010). Otros estudios afines orientados al análisis de la producción científica de Costa Rica en el contexto internacional fueron realizados por Lomonte y Ainsworth (2000; 2002), Monge-Nájera y Ho (2012) y Sáenz León y Rodríguez Ramos (2022).

Datos y método

En este trabajo se consultaron las colecciones de revistas científicas, pedagógicas y culturales publicadas entre 1887 y 2023, que son accesibles a través de ciberportales, repositorios, portales institucionales, y bibliotecas, entre otros (Cuadro 1). La completitud de cada colección de revistas es variable y existen muchos vacíos para aquellas de finales del siglo XIX e inicios del siglo XX. Por lo tanto, para ese periodo en particular, se procuró efectuar una revisión que permitiera obtener una muestra de publicaciones relativas a la actividad volcánica lo más completa y representativa posible.

Para la construcción del contexto histórico se consultaron las siguientes fuentes documentales y hemerográficas (accesibles física y/o digitalmente): el repositorio digital hemerográfico y de revistas del Sistema Nacional de Bibliotecas (Sinabi), el Fondo Histórico del Archivo Nacional de Costa Rica (particularmente el fondo José Fidel Tristán), el portal digital de la Imprenta Nacional, la biblioteca digital del Ministerio de Educación Pública, los repositorios digitales de la Asamblea Legislativa y del Ministerio de Agricultura y Ganadería y la Biblioteca Digital Carlos Meléndez del Centro de Investigaciones Históricas de la Universidad de Costa Rica y las bibliotecas de la Escuela Centroamericana de Geología, Ciencias Agroalimentarias, Carlos Monge y Luis Demetrio Tinoco, todas de la Universidad de Costa Rica, así como documentación personal.

La investigación es principalmente documental y descriptiva, pero también cuantitativa, ya que se obtienen algunos índices bibliométricos. La sistematización de la información consistió en:

1. El mapeo, en cada revista, de los artículos científicos sobre vulcanismo.
2. El diseño y construcción de una base de datos, organizada por revista, en la que se extrajo, para cada publicación relativa a temas vulcanológicos, lo siguiente: Nombre de la revista, volumen, número, título de la publicación, número de páginas, personas autoras, número de personas autoras, sexo y nacionalidad de la persona autora principal, país del que trata el artículo, volcán y tema sobre vulcanología que trata. En el caso específico de la *Revista Geológica de América Central* se incluyeron los siguientes aspectos: el tipo de publicación (artículo, nota técnica, introducción y reseña), las palabras clave, así como también, el número total de publicaciones (artículos, notas técnicas, resúmenes de tesis, reseñas, comentarios, serie de mapas, introducciones y otros) y el número total de páginas de cada volumen. También, por facilidad, las revistas publicadas a fines del siglo XIX y 1950 se analizaron de forma conjunta.

La base de datos se compone de 527 artículos que versan total o parcialmente sobre vulcanismo, que fueron localizadas en un conjunto de 26 revistas. Los artículos se organizaron en ocho ejes temáticos basados, en parte, en Soto y Alvarado (2004): Actividad eruptiva y vigilancia volcánica, geovulcanología (que incluye aspectos tales como: petrología, petrografía,

Cuadro 1

Revistas científicas, pedagógicas y culturales consultadas.

Revistas	Periodo	Portal institucional y/o biblioteca
Anales del Museo Nacional	1887	
Costa Rica Ilustrada	1887-1892	
Anales del Instituto Físico-Geográfico Nacional (IFG)	1889-1894 y 1896	
Boletín de las Escuelas Primarias	1892-1904	
La Revista Nueva	1896-1897	Biblioteca Digital del Sistema Nacional de Bibliotecas
Pandemonium	1902-1915	
Páginas Ilustradas	1904-1912	
Magazín Costarricense	1910	
Anales del Centro de Estudios Sismológicos	1911	
Boletín de Fomento	1911-1914 y 1924-1928	Biblioteca Virtual del Ministerio de Agricultura y Ganadería
Publicaciones del Colegio Superior de Señoritas Serie A. Estudios Científicos	1917-1921	Colección privada
Revista de Costa Rica	1919-1929	Biblioteca Digital del Sistema Nacional de Bibliotecas
El Maestro	1926-1931	
Revista del Colegio Superior de Señoritas	1929-1939	Biblioteca Digital del Sistema Nacional de Bibliotecas Biblioteca Digital del Ministerio de Educación Pública
Estudios	1930 y 1931	
La Escuela Costarricense	1932-1936	Biblioteca Digital del Sistema Nacional de Bibliotecas
Educación	1933-1947	
Revista del Instituto de Defensa del Café	1934-1948	
Suelo Tico	1948-1960	Biblioteca Virtual del Ministerio de Agricultura y Ganadería
Informe Semestral de Instituto Geográfico Nacional	1954-1984 1997-2002	Repositorio Digital de Documentos Institucionales del Instituto Geográfico Nacional Biblioteca de la Escuela Centroamericana de Geología
Revista Geográfica de América Central	1974-presente	Portal de Revistas Académicas de la Universidad Nacional
Revista Ciencia y Tecnología	1977-presente	Biblioteca de la Escuela Centroamericana de Geología
Boletín de Vulcanología	1978-1994	
Tecnología en Marcha	1982-presente	Portal de Revistas del Instituto Tecnológico de Costa Rica
Revista Geológica de América Central	1984-presente	Portal de Revistas Académicas de la Universidad de Costa Rica Biblioteca de la Escuela Centroamericana de Geología
Boletín del Observatorio Vulcanológico del Arenal (OVA) y Boletín del Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Arenal y Miravalles (Osivam)	1988-2006	Portal de la Red Sismológica Nacional de la Universidad de Costa Rica

magmatismo, cartografía, tectónica y neotectónica, geoquímica de rocas ígneas), estratigrafía volcánica, geomorfología volcánica, deslizamientos, avalanchas y depósitos epiclásticos, amenaza y riesgo volcánico, georrecursos (que incluye aspectos como geotermia, aguas subterráneas en acuíferos volcánicos, fuentes termales, minería metálica, rocas y suelos volcánicos) e historia, geoturismo y cultura. Aunque los límites entre estas divisiones pueden ser muy sutiles y es complicado encasillar una publicación en un tema específico (Alvarado, 2014; Soto y Alvarado, 2004), se trató de ubicar cada publicación según su temática principal. Se podría pensar que las palabras clave (*keywords*) podrían resolver esas ambigüedades, empero muchas revistas consultadas no cuentan con esa información. De modo que la distribución temática escogida permite una comparación

grosso modo entre las distintas revistas analizadas. Además, se escogió la actividad volcánica como uno de los temas que permite comparar la difusión del saber sobre la actividad volcánica desde finales del siglo XIX hasta el presente en las revistas locales. Por lo tanto, se identificaron las publicaciones que trataban sobre uno o varios volcanes en específico y su actividad, con énfasis en los siguientes: Orosí, Rincón de la Vieja, Miravalles, Tenorio, Arenal, Platanar, Poás, Barva, Irazú, Turrialba y volcanes de otros países.

Apuntes históricos sobre el desarrollo de las instituciones y personajes relacionados con la investigación del vulcanismo en Costa Rica desde finales del siglo XIX al presente

El despunte de la matemática (Barrantes y Ruiz, 1994), la biología (Hilje, 2023), la geología (Peraldo, 2002), la física y la meteorología (Díaz, 2003, 2005), tuvo lugar a finales del siglo XIX y emergió de la reforma educativa promulgada en 1886 (Díaz, 2020). Esta reforma fue controvertida y favoreció a los sectores pudientes de la sociedad de la meseta central de Costa Rica (Molina, 2014), pero abrió las puertas a científicos extranjeros como Henri Pittier, Paul Biolley, Gustave Michaud, Jean Rudin y Adolphe Tonduz que llegaron a Costa Rica y se incorporaron a instituciones educativas y de investigación recién creadas, tales como el Museo Nacional de Costa Rica (Gobierno de la República de Costa Rica, 1887), el Instituto Meteorológico Nacional (Gobierno de la República de Costa Rica, 1888b) y, más tarde en 1889, el Instituto Físico-Geográfico Nacional (Gobierno de la República de Costa Rica, 1889a).

En un principio, Henri Pittier no estaba considerado para venir a Costa Rica, sino que era Alexander Wettstein, un geólogo de 25 años de edad, que desafortunadamente murió en un accidente de montaña en 1887 (Instituto Geográfico Nacional, 1957; Conejo, 1975). Por esa razón, Manuel María de Peralta (ministro plenipotenciario de Costa Rica en Alemania) contactó a Henri Pittier, un geógrafo con amplia experiencia como investigador y altamente calificado como docente, con el fin de impartir lecciones de secundaria (Instituto Geográfico Nacional, 1957; Yacher, 2002; Hilje y Dauphin, 2022). Según Pittier, en el contrato del 20 de agosto de 1887 (fechado en Lieja) se estipulaba que él estaba comprometido a servir al gobierno de Costa Rica como profesor en el Liceo de Costa Rica para impartir Ciencias Naturales, lo que comprendía: Geología, Botánica, Zoología y Geografía. No obstante, le recargaron también Física, Química e Historia del Comercio y, pese a su escaso conocimiento del idioma y falta de recursos para dar clases, aceptó hacerlo (Pittier, 1890c). Pittier comenta que descuidó sus propias asignaturas para aprender otras y tuvo problemas en las clases que impartía en el Liceo de Costa Rica y en el Colegio Superior de Señoritas (Pittier, 1890c). De hecho, en 1891 salió a la luz una polémica en la que se trataba a Pittier de incompetente para la cátedra de Geografía en el Colegio Superior de Señoritas y se anunciaba su destitución, junto con Paul Biolley, Quesada y Francisco Moreno Barrantes, para sustituirlos con dos maestros españoles recién llegados a Costa Rica (La República, 1891a, b, c y d). Esto contrasta con lo indicado por Stansifer (1979) y Yacher (2002), quienes señalan que Pittier de alguna manera habría encontrado el modo de dedicarse tiempo completo a la investigación (Stansifer, 1979; Yacher, 2002). En todo caso, Pittier siempre sería recordado más por su faceta de investigador que por su faceta docente (La Prensa Libre, 1937; Stansifer, 1979; Yacher, 2002).

Pittier inició como director del Instituto Meteorológico en abril de 1888 (Gobierno de la República de Costa Rica, 1888c) y en 1889 fue nombrado director del recién creado Instituto Físico-Geográfico Nacional (Gobierno de la República de Costa Rica, 1889b). Al inicio de sus labores se enfocó en el estudio de los volcanes. De hecho, con base en Conejo (1975), Zeledón (2016) y la revisión documental, se constató que Pittier realizó 12 exploraciones científicas entre 1888 y 1900, a los volcanes Barva, Poás, Irazú y Turrialba: “Yo aproveché mis vacaciones en explorar toda la cordillera central, desde el Poás al Turrialba, y si los datos recojidos [sic] no permiten todavía hacer una monografía completa de la región estudiada, de ellos se deduce a lo menos la ignorancia en que estamos de la geografía del país y la palpable necesidad que hay de seguir sin demora este estudio” (Pittier, 1889a, p. 28).

Entre 1898 y 1900 Pittier llevó a cabo otras tres exploraciones, una de ellas a la isla del Coco (Conejo, 1975; Zeledón, 2016). La mayoría de las expediciones y estudios de Pittier, entre 1890 y 1898, tuvieron como objetivo otros territorios de Costa Rica, tales como la zona Sur, la zona de los Santos, y Puntarenas, entre otros (Conejo, 1975; Zeledón, 2016). Pittier también se interesaba por la actividad sísmica:

Otro estudio no menos importante para el país, es el de los temblores y demás fenómenos sísmicos [sic], para atenuar siquiera los desastrosos efectos de este azote de la América Central, reduciendo el número siempre crecido de víctimas, y salvando algo del inmenso capital que se pierde en estos cataclismos. Lo que en otros países, como Italia y Japón se ha conseguido a este respecto, nos da la medida de lo que podemos hacer aquí (Pittier, 1889a, p. 30).

En ese entonces las observaciones sismológicas estaban subordinadas al Observatorio Central (Instituto Geográfico Nacional, 1989), lo cual era una práctica normal en esa época (p. ej. Musson, 2013; Solano et al., 2013; Valderrama, 2015). Dicho Observatorio estuvo a cargo del Ing. Eduardo Gugolz, entre 1888 y 1890, luego por el Ing. Pedro Reitz entre 1890 y 1894, seguido brevemente por el Ing. Agrón Austregildo Bejarano entre 1894 y 1895 hasta que, finalmente, quedó en manos de Pedro Nolasco Gutiérrez (Díaz et al., 2007). Los primeros instrumentos sísmicos traídos a Costa Rica fueron del tipo Ewing y Duplex y los instalaron en el piso inferior de la torre del Observatorio: "...sobre dos macisas [sic] mesas esquineras de mampostería, construidas al efecto. Por la necesidad de colocar estos instrumentos en un lugar aislado y fuera del alcance de los que por allí pasan, ha sido preciso dejar vacío el resto del cuarto; con todo aquel es quizás un lugar aparente también para colocar los aparatos magnéticos que se adquieran más tarde" (Pittier, 1889a, p. 24).

Pittier no tardó en admirar el desempeño de los aparatos e incluso se tuvo la suerte de registrar el Terremoto de Fraijanes (en diciembre de 1888) que generó daños en el edificio del Observatorio:

Su sensibilidad es admirable y ya he tenido la ocasión (el 29 de marzo próximo pasado) de apreciar la utilidad de sus trazados para el estudio del mecanismo, duración, dirección e intensidad de los temblores. El seismógrafo [sic] de doble péndulo dio trazados de la mayor parte de los 45 temblores que componen la serie, cuyo máximo de intensidad tuvo lugar a fines de diciembre. Es más sencillo, aunque no menos delicado; pero los datos que proporciona no son tan completos, y de un análisis más difícil"... "el edificio ha sufrido bastante con los terremotos de diciembre [de 1888]. Se rajó de arriba á bajo [sic] en la dirección de Este a Oeste, debido probablemente al peso de la azotea, excesivo, a lo que creo, para el espesor de los muros. No pienso, sin embargo, que haya que temer por su solidez, especialmente ahora que ha sido reforzada con fuerte fajas de hierro (Pittier, 1889a, p. 26).

Las observaciones sismológicas se publicaban en los *Anales del Instituto Físico-Geográfico*, pero Pittier también enviaba información a Italia, para ser publicada en el *Bollettino dell'Osservatorio Centrale del Real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri* (p. ej. Pittier, 1890a). El canje de los *Anales del Instituto Físico-Geográfico* y el empeño de Pittier y de otros investigadores de publicar en el extranjero hizo que el Instituto Físico-Geográfico Nacional cosechara buena reputación, la cual, empero, no se tradujo en un mayor apoyo gubernamental:

Los trabajos que en diez años ha realizado ese centro científico [el Instituto Físico-Geográfico] luchando con muchas dificultades y la gran importancia que hoy ha adquirido, debida en su mayor parte a la infatigable actividad y gran ilustración de su personal, son motivos más que suficientes para mostrarnos orgullosos de su creación y sostenimiento"... "Es de sentirse que un Instituto como este no cuente con una protección más resuelta del gobierno. Algunos empleados más y un edificio modesto pero a propósito, permitirían, sin duda, a las hábiles manos que hoy lo dirigen y manejan, producir resultados que serían una gloria nacional (La Nueva Prensa, 1898, p. 2).

El mismo Pittier se manifestó insistentemente sobre la falta de recursos desde la fundación del Instituto Físico-Geográfico Nacional:

Nada agregaré a los tres informes que anteceden por temor de hacer oír una triste nota más en estas nuevas lamentaciones de Jeremías. Lo que resalta de dichas exposiciones es que el Instituto Físico Geográfico está sufriendo una grave dolencia, una especie de anemia, de que padece desde hace algo como un año [...] De lo contrario, el centro que tengo la honra de dirigir habrá de desaparecer muy pronto. Como lo dejé dicho atrás, profiero por él una supresión radical a una larga y lenta agonía (Instituto Geográfico Nacional, 1989, p. 81).

En consecuencia, la posibilidad de un cierre del Instituto Físico-Geográfico Nacional se dibujó en el horizonte y con ello surgió la preocupación tanto por la información científica, la cual no había sido sistematizada ni publicada, como por los instrumentos:

De la misma manera, proponer la supresión del Instituto Físico Geográfico es desconocer la importancia capital del mapa de la República, en que este centro se está ocupando con éxito desde varios años, sin mengua de otros trabajos de incontestable utilidad [...] y el inmenso acopio de documentos que representan no escaso capital se dispersan sin provecho alguno para la Nación, puesto que están todavía, en su mayor parte, en forma de apuntamientos inteligibles solamente por aquel corto número de empleados, como es usual en esta clase de trabajos. Y ¿qué diremos del costoso ajuar de instrumentos delicados y de uso especial, que posee ese Instituto? Su abandono representaría ciertamente una pérdida superior a un año de presupuesto de aquél, y hace más impracticable todavía la supresión propuesta por el señor XX [sic] (La Prensa Libre, 1898, p. 2).

En 1899 se materializó el cierre técnico del Instituto Físico-Geográfico Nacional, en el que se suprimió todo el personal, con excepción de don Pedro Nolasco, quien quedó a cargo de las observaciones meteorológicas, en tanto que la biblioteca, el archivo y el material científico quedó a cargo de la Oficialía Mayor de la Secretaría de Instrucción Pública (Gobierno de Costa Rica, 1899). No obstante, Pedro Nolasco renunció al puesto en agosto de 1899 y fue reemplazado por Enrique Silva (Gobierno de Costa Rica, 1899; Silva, 1900). El cierre no se prolongó por mucho tiempo, ya que en diciembre de 1900 el Instituto Físico-Geográfico Nacional pasó a depender de la Secretaría de Fomento, justificado por su relación con la Granja Nacional de Agricultura (Gobierno de Costa Rica, 1900). En 1901, el Instituto Físico-Geográfico Nacional absorbió varias secciones del Servicio de Agricultura y reabrió con Pittier como director, y Enrique Silva, Pedro Nolasco, Matilde Pittier y Ester Morales como asistentes (Gobierno de Costa Rica, 1901a; Gobierno de Costa Rica, 1901b). Esto le dio al instituto un enfoque más utilitario y orientado al desarrollo agrícola del país (Díaz, 2020; Eakin, 1999; Goebel, 2007).

La situación del Instituto Físico-Geográfico Nacional no pasó inadvertido en la prensa y resultó víctima colateral de comentarios, mordaces o favorables, dirigidos a Henri Pittier. Entre los comentarios mordaces se encuentra el siguiente, surgido en el contexto de las negociaciones limítrofes con Colombia:

En el número 2 del documento oficial que Mr. Pittier ha dado a la luz como Director del Instituto Físico Geográfico, trae una sección de una antigua e incorrecta carta geográfica, sobre la cual se ha trazado una gruesa línea colorada y amarilla que el señor Pittier nos da como el nuevo límite entre Costa Rica y Colombia"...“De tener razón el señor Pittier, es de sentirse que no hubiera hablado antes, para evitar a Costa Rica tantos miles de colones gastados en defensa de su petición y entonces quizá se hubiera podido tomar por prudente y patriota la conducta del señor Director del Instituto, el cual según se nos ha informado aún dedica más preferencia a la vulgarización de sus hipótesis [sic] en el extranjero que aquí mismo, donde la más trivial noción de equidad, debiera indicarle que el lugar llamado a conocer los resultados buenos o malos de aquello que ha puesto bajo su observación mediante el estipendio convenido (La Prensa Libre, 1901a, p. 2).

O esta otra:

Y a propósito! qué hay del mapa a que el director del Instituto físico-geográfico [sic], anti-latino, anti-astronómico se habría comprometido?

Pregunta: ¿a cuántos colones cuesta la gota de agua de lluvia?

Respuesta: Eso según... la que llueve en el patio del Instituto físico-geográfico [sic] sale como a colón y medio la gota (El Día, 1901, p. 3).

En contraste, los más favorables reconocían la tenacidad y perseverancia de Pittier: "...y si es verdad que alguna vez la prensa ha levantado la voz para señalar algunas deficiencias muy reparables de la organización de dicho instituto [Físico-Geográfico], también es verdad que el señor Pittier *pone de su parte* [sic] cuando es posible, demostrando tener iniciativa, tener inteligencia y sobre todo, un laudable deseo de ser útil, en su esfera de acción al público" (La Prensa Libre, 1901b, p. 2).

En 1902, frustrado por los ataques y sin posibilidad de convertir el Instituto Físico-Geográfico Nacional en algo más que un centro de investigación agrícola, Pittier viajó a Estados Unidos en busca de oportunidades laborales al mismo tiempo que hizo arreglos para trabajar en la United Fruit Company, donde estuvo dos años, hasta que, en 1904 rescindió el contrato con el Gobierno de Costa Rica y partió a Estados Unidos (Eaking, 1999). Pese a ello, mucho del carácter estratégico que tenía el Instituto Físico-Geográfico Nacional fue trasladado, en 1903, a la Sociedad Nacional de Agricultura (Goebel, 2007). Hubo quienes aplaudieron estos cambios y, sobre todo, la salida de Pittier:

Pocas veces como ahora le habremos prodigado, como se lo prodigamos, un aplauso tan entusiasta al señor Ministro de Fomento y con él al Supremo Gobierno, por la reforma hecha en el personal del Instituto Físico Geográfico, establecimiento que, dicho sea de paso, y aunque alguien juzgue *sacrilego* [sic] nuestro modo de pensar, no ha reportado al país nada de provecho. Aparte de la no despreciable economía de ₡745 00 al mes o sean [sic] ₡8.940 al año, se ha dado por tierra con una especie de privilegio o monopolio que se había hecho imposible de destruir. El actual progresista Gobierno, para poderlo hacer, ha tenido que pagar al señor Pittier ₡1.200.00 por los sueldos que éste dejará de percibir, según un inconsulto y antiguo contrato; pero eso no importa, desde luego que reduciendo el personal, se mejorará el servicio sin duda alguna (El Día, 1904, p. 2).

Años más tarde, en 1910, el presidente Ricardo Jiménez Oremano decretó un nuevo cierre del Instituto Físico-Geográfico Nacional (Gobierno de la República de Costa Rica, 1910), pese a los importantes eventos geológicos ocurridos ese año, como la erupción del volcán Poás en enero, y la secuencia sísmica de abril que culminó con el Terremoto de Cartago el 4 de mayo. Este cierre demostró el poco interés y visión por las ciencias geológicas en favor de un pragmatismo derivado de la situación económica del país que, aunque entendible, es contradictorio, por cuanto Oremano era uno de los exponentes de las élites liberales que daban una gran importancia al desarrollo de la ciencia. Ahondar en los motivos del cierre del Instituto Físico-Geográfico Nacional excede los alcances de este artículo, pero sus consecuencias sí son relevantes, ya que profundiza el mal momento que atravesaba la geología y disciplinas afines en Costa Rica.

El ambiente poco favorable a la ciencia también contagió el ámbito de las publicaciones como lo evidencia Próspero Calderón, director de la revista semanal *Páginas Ilustradas* (1904-1912):

Hoy cumple seis años Páginas Ilustradas. En países como el nuestro, que están aún en su infancia, y en donde apenas se inicia, con escaso estímulo, la producción realmente literaria, es tarea ardua sostener por algún tiempo una empresa del carácter y tendencias de la nuestra, que ha tenido que vencer dificultades serias y oposiciones malévolas, pero que hoy con justicia puede ufanarse de haber contribuido con su grano de arena, a dar crédito al país en el extranjero, como se ha comprobado con los honrosos conceptos y alentadoras voces de aplauso de muchas importantes publicaciones del exterior (Calderón, 1910, p. 2).

Debido al cierre del Instituto Físico-Geográfico Nacional, el Observatorio Central, sede de las observaciones meteorológicas y sismológicas, fue trasladado al Museo Nacional. Ante este panorama, José Fidel Tristán reaccionó consternado:

“Pittier se retiró. Todo tomó un tinte de ruina y abandono. Hay que decirlo, porque así fue. Don Ricardo Jiménez terminó su gobierno sin que se hiciera nada por el Liceo. Ya todo el edificio está en ruinas. ¿Hará don Cleto González Víquez algo por estas dos desgraciadas instituciones, el Museo y el Observatorio? El tiempo lo dirá. Hasta hoy, no hay señales de vida” (Tristán, 1966, p. 124).

A pesar de las condiciones adversas, el 21 de octubre de 1911 se reunieron, en la dirección del Museo Nacional: Cleto González Víquez, Anastasio Alfaro (Director del Museo Nacional), Gustave Michaud (Director del Laboratorio Químico Comercial), Paul Biolley (encargado del Servicio Sismológico del Observatorio Nacional), Jean Rudin (Director de la Escuela Anexa al Liceo de Costa Rica), Elías Leiva, Higinio y César Cots (profesores) y José Fidel Tristán (Director del Colegio Superior de Señoritas), con el propósito de formar el Centro de Estudios Sismológicos. El objetivo de este centro era recolectar y estudiar “los datos referentes a los fenómenos sísmicos y volcánicos, especialmente de la República de Costa Rica, aparte de otras investigaciones relacionadas con los mismos fenómenos” (González Víquez et al., 1911, p. 4-5). Desafortunadamente este centro tuvo una existencia efímera: “Una sociedad de estudios sismológicos, fundada en 1911, duró lo que duran...los temblores de tierra! Pero, lo mismo que estos, reaparecerá algún día” (Serre del Saguès, 1920, p. 58).

En abril de 1917, durante la dictadura de Federico Tinoco, la tutela del Museo Nacional pasó del Ministerio de Fomento a la Secretaría de Instrucción Pública (Gobierno de la República de Costa Rica, 1918). Seguidamente, en agosto de ese mismo año, se derogó la ley orgánica del Museo Nacional promulgada en 1888 (Gobierno de la República de Costa Rica, 1888a) y se publicó una nueva en la que se ampliaron sus funciones, se crearon tres secciones (Antropología e Historia, Historia Natural, y Artes e Industrias) y heredó el Observatorio Meteorológico, incluyendo los instrumentos sismológicos (Gobierno de la República de Costa Rica, 1917). No obstante, estos cambios no trajeron ningún beneficio a la investigación vulcanológica ni sismológica.

De 1917 a 1921 el volcán Irazú sostuvo una nueva fase eruptiva, la primera que viera el Valle Central después de la de 1723 y la más duradera, con una fase claramente magmática-estromboliana a vulcaniana a fines de 1918 y principios de 1919 (Mora et al., 2024). El impacto generado en los alrededores inmediatos al volcán, así como en el Valle Central y el Valle de El Guarco fueron menores en comparación con la ulterior erupción de 1963 a 1965, pero no despreciables, y su convergencia con la dictadura de los hermanos Federico y José Joaquín Tinoco Granados (“los Tinoco”) habría contribuido a opacarla (Mora et al., 2024). En ese entonces, José Fidel Tristán y Ricardo Fernández Peralta, documentaron esta fase eruptiva en un momento histórico en que no había ninguna institución de investigación que los acuerpara, financiara o proveyera de presupuesto de investigación (Mora et al., 2024). Paralelamente, las observaciones sismológicas se efectuaban en el Observatorio con los siguientes instrumentos:

Un sismógrafo Ewing y un sismómetro Duplex (importados de Inglaterra) que están en servicio desde hace 24 años y convendría reemplazar por instrumentos más modernos. Dos péndulos de tres hilos (trifiliares) construidos en Costa Rica. Un registrador de temblores de tierra con péndulos para período lento, período rápido, y trepidaciones (construido en Costa Rica). Un sismoscopio del modelo Stiattesi (italiano) construido en el país. La escala de intensidad usada en Costa Rica es la de Rossi-Forel (Serre del Saguès, 1920, p. 58).

Sin embargo, los recursos para mantener los equipos eran escasos, al punto que no era posible obtener, siquiera, las baterías necesarias para que funcionaran:

La dirección de este temblor [del 16 de junio de 1918 a las 6:35 de la mañana] fue de E por N al W por S; el movimiento no fue marcado en la pizarra del sismógrafo grande del Observatorio; y no lo fue por la sencilla razón de que ese aparato no funciona por falta de pilas eléctricas. Es bien triste en verdad que aquel centro científico esté privado de datos tan interesantes por falta de diez o doce colones que es lo que valen esas pilas para el buen funcionamiento de aquel aparato mecánico y lo que es más raro aún, que esto ocurra siendo Ministro de Instrucción Pública el señor Alfaro, antiguo Director de aquel centro científico y de estudios (La Información, 1918, p. 4).

De acuerdo con Rafael Tristán y Ricardo Fernández Peralta el servicio sismológico estuvo suspendido por más de un año y fue restablecido el 18 de octubre de 1919 (Tristán y Fernández, 1920). Ricardo Fernández Peralta, particularmente, también hace hincapié en el poco apyo a la ciencia:

Cada día se hace sentir más la necesidad de un Centro [sic] geográfico nacional que continúe la obra, muy meritoria por cierto, del Instituto Físico-Geográfico suspendida hace casi 20 años. Desde esa fecha, la geografía patria se halla sumida en el más deplorable abandono; los trabajos nuevos de esa índole se deben a la iniciativa particular, que ni siquiera cuenta con el apoyo oficial para las publicaciones” (Fernández, 1921; p. 10).

Por otro lado, José Fidel Tristán manifestaba el poco tiempo del que disponía para investigar, debido a sus funciones como director del Colegio Superior de Señoritas:

No pude salir [en enero de 1913] por los trabajos en el Colegio con motivo del cambio de plan y las conferencias de Maestros [sic] en Guadalupe... (Tiempo perdido lástima)”...“Tenía preparada una excursión a Irazú con Ricardo Fernández Peralta en Enero [de 1917] con el objeto de hacer un mapa detallado del cráter [del volcán Irazú], pero no pude por la Asamblea de Profesores en Heredia, de la que nada en limpio se sacó. Un derroche de elocuencia y tiempo perdido!! (Tristán, 1905, folio 88).

Aun así, el Instituto Físico-Geográfico Nacional continuaba vivo en la memoria colectiva e institucional gracias al Observatorio Meteorológico y operando gracias a los cuidados de Rafael Tristán: “El Observatorio Meteorológico, al cuidado del competente ingeniero señor don Rafael Tristán, marcha más por los esfuerzos de este caballero que por las condiciones en que se encuentra. Prácticamente no existe nada. Precisa renovación completa: los aparatos de seismología [sic] de factura antigua, están en muy mal estado...” (Alfaro, 1920, p. 165-166).

El 4 de marzo de 1924, a las 4:07 hora local, ocurrió el Terremoto de Orotina (conocido también como el Terremoto de San Casimiro), que tuvo una magnitud $M_s = 7,0$ (Montero, 1999). Sumado a los graves daños reportados, se desataron rumores sobre erupciones volcánicas en el cerro Turrubares, según lo indica el mismo José Fidel Tristán: “Ya este mismo día [6 de marzo] circuló por toda la ciudad que el Cerro de Turrubares estaba en erupción!! La noticia produjo una tremenda alarma por todas partes y al día siguiente no se habló de otra cosa!” (Tristán, 1924, folio 013).

Para ese entonces el cerro Turrubares era desconocido geológicamente, pero José Fidel Tristán notó un detalle: “me llamó desde luego la atención que estas noticias y algunas que pude conseguir de otras personas tenían la siguiente particularidad: el humo se veía salir inmediatamente después que se sentía algún temblor” (Tristán, 1924, folio 014).

En respuesta a los rumores sobre el cerro Turrubares, el Presidente de la República nombró una comisión que investigara ese fenómeno:

Nº 28

San José, 6 de marzo de 1924

En vista de las noticias alarmantes recibidas de la región de Turrubares acerca de los fenómenos de carácter plutónico que allí se observan,

El presidente Constitucional de la República de Costa Rica

Acuerda:

Nombrar una comisión de técnicos compuesta de los Profesores señores J. F. Tristán, Anastasio Alfaro, Ricardo Fernández Peralta y Rafael Tristán, para que estudien los fenómenos sobre el terreno mismo e informen” (Gobierno de la República de Costa Rica, 1924a, p. 217).

José Fidel Tristán, Anastasio Alfaro y Ricardo Fernández Peralta partieron el 8 de marzo a la zona de Orotina, Coyolar y, especialmente, al cerro Turrubares (Diario del Comercio, 1924b; Tristán, 1924). Ellos no solo constataron la gravedad de los daños y ubicaron el epicentro entre Coyolar y Orotina, sino también aclararon que lo ocurrido en el Cerro Turrubares se debía a numerosos deslizamientos que habrían levantado nubes de polvo semejantes a erupciones (Diario del Comercio, 1924b;

Tristán, 1924). Por otra parte, Rafael Tristán, no participó en las expediciones pero dio seguimiento la crisis sísmica desde el Observatorio y generó reportes diarios.

Cinco días después del regreso de la comisión científica de Orotina y Turrubares, llegó al país, el 17 de marzo de 1924, el geólogo alemán Karl Sapper (Diario del Comercio, 1924c), quien fue “enviado por la Sociedad Geográfica de Hamburgo y por la Asociación de Universidades y Escuelas Técnicas de Alemania para reanudar y estrechar más las relaciones que antes de la guerra habían existido con institutos y personas científicas de estos países y para completar y concluir sus estudios” (Diario de Costa Rica, 1924b, p. 5). Esta visita se había anunciado desde febrero de 1924 (Diario del Comercio, 1924a). Esto fue aprovechado por el Presidente de la República para conformar una comisión que colaborara con Sapper durante su misión científica e hiciera los estudios relativos a la crisis sísmica y, de paso, intenta revivir el Instituto Físico-Geográfico Nacional:

Cartera de Educación Pública

San José, 20 de marzo de 1924

El Presidente Constitucional de la República

En consideración a que el geólogo doctor Karl Sapper, profesor de la Universidad de Würzburg, Alemania, se encuentra temporalmente en el país, y vista la conveniencia de que los fenómenos sísmicos que ahora prevalecen, sean estudiados por autoridades en la materia,

Acuerda:

1°.--Investir al doctor Karl Sapper, durante su permanencia en el país, con el carácter de Director del Instituto Físico Geográfico;

2°.--Nombrar a los señores Profesores don J. Fidel Tristán y don Anastasio Alfaro y al Ingeniero don Ricardo Fernández Peralta para que, en calidad de auxiliares, acompañen al Dr. Sapper en las exploraciones que requiere la misión que se les confía;

3°.--Disponer que con cargo a la partida N°. 26 del Presupuesto de esta Cartera [Educación Pública] se entregue al profesor don J. Fidel Tristán la suma de (¢500.00) quinientos colones para gastos de exploraciones, quedando obligado a presentar a la Secretaría un estado detallado de la inversión de dicha cantidad (Gobierno de la República de Costa Rica, 1924b, p. 265).

Este decreto, por un lado, relegaba a categoría de auxiliares a los científicos nacionales consolidados en ese momento, y por otro, nombraba como director a un extranjero que de antemano se sabía que abandonaría el país en poco tiempo. Esto último fue señalado por el *Diario del Comercio* con un titular mordaz:

Antes de entregar el Poder

Reorganizó don Julio el Instituto

Físico - Geográfico

Fue nombrado el ausente Dr. Sapper

para que le dirija...

y se le concedió licencia (¿?) (Diario del Comercio, 1924e, p. 1).

El mismo rotativo lanzó otras críticas a propósito del relanzamiento del Instituto Físico-Geográfico Nacional:

En los días siguientes a los terremotos del mes de marzo de este año, cuando los ánimos se encontraban sobrecogidos por el pánico, las visitas menudearon al Instituto Físico Geográfico para enterarse de los movimientos terrestres que marcaban antiguos y deficientes aparatos que allí existen. Con gran altruismo el caballero don Felipe J. Alvarado y otros amantes del progreso, iniciaron una contribución con el fin de hacer venir al país un seismógrafo [sic] moderno que responda a las necesidades actuales de la ciencia. En aquellos días se tomó con bastante calor la iniciativa, pero al renacer la calma parece que se ha olvidado ya la necesidad de este aparato. Sería conveniente que el señor Ministro de Fomento tomara cartas en el asunto y que hiciera lo posible por montar el Instituto en las condiciones que ya es necesario en países como Costa Rica (Diario del Comercio, 1924f, p. 6).

Entre el 22 y el 25 de marzo, Sapper, José Fidel Tristán y Ricardo Fernández Peralta, fueron a Limón y luego regresaron a Cartago y ascendieron al volcán Irazú, donde hicieron observaciones en varios sectores de la cúspide y tomaron muestras de lo que habrían sido las bombas eyectadas durante la erupción de 1723 (Diario de Costa Rica, 1924c; La Voz, 1924a; Sapper, 1943). Seguidamente, entre el 27 de marzo y el 2 de abril Sapper y Anastasio Alfaro exploraron la zona de Toro Amarillo y el cerro Congo (Diario de Costa Rica, 1924d; Sapper, 1943). Finalmente Sapper y demás integrantes de la comisión visitaron Coyolar y el cerro Herradura (Sapper, 1943). El 4 de abril Sapper visitó el Observatorio Nacional, donde fue atendido por Anastasio Alfaro y Rafael Tristán (La Voz, 1924b). En la figura 1 se muestra una fotografía tomada durante la visita de Karl Sapper en 1924, en la que posa junto con José Fidel Tristán y Ricardo Fernández Peralta.

Sapper impartió una conferencia el 8 de abril en la Escuela Anexa al Colegio Superior de Señoritas (La Tribuna, 1924b) en la que lamentó el poco avance que había en el estudio geológico del país y la suerte del Instituto Físico-Geográfico Nacional: “Es una lástima que el Instituto Físico Geográfico de San José, que durante su existencia se había hecho renombrado en todo el mundo científico por sus excelentes trabajos, haya cerrado sus puertas antes que haya extendido sus estudios a la investigación sistemática de la geología del país” (Sapper, 1943, p. 121).

En cuanto al posible origen del Terremoto de Orotina, Sapper emitió una opinión reservada debido al poco conocimiento geológico que en ese momento había sobre Costa Rica y porque consideraba que la información obtenida por la comisión científica era insuficiente. Finalmente, manifestó lo ya interpretado por José Fidel Tristán, Anastasio Alfaro y Ricardo Fernández Peralta, que el terremoto se había originado al sur de Orotina, cerca del Pacífico (Sapper, 1943, p. 122). También se refirió a otros sismos en Talamanca y que se habría disparado actividad volcánica en el Irazú como consecuencia del terremoto (Sapper, 1943, p. 122-124). Sin embargo, sobre Talamanca e Irazú la información es ambigua y requiere de un análisis más detallado para establecer su veracidad.

Sapper partió a Colombia a finales de abril de 1924 (La Voz, 1924d) y no fue sino hasta el 5 de mayo que se emitió un decreto donde oficialmente se le concedió la licencia por seis meses para cumplir su misión en el extranjero y, además, se le pagaría un salario de ₡500 colones (Gobierno de la República de Costa Rica, 1924c). Sin embargo, en una carta en enviada a José Fidel Tristán el 4 de julio de 1924, Sapper le explica que, aunque le hubiese gustado volver a Costa Rica, no le sería posible debido a que el sueldo ofrecido no le era conveniente aunado a otras razones personales (Sapper, 1924a). En la carta, Sapper sugiere a José Fidel Tristán que propusiera al Gobierno de Costa Rica el nombramiento de Franz Termer como director del Instituto Físico-Geográfico Nacional (Sapper, 1924a). Franz Termer era discípulo de Sapper tenía conocimientos de arqueología, geografía y etnografía. No se sabe si José Fidel Tristán elevó la propuesta, pero finalmente se nombró a Rafael Tristán como encargado del Servicio Meteorológico y Sismológico con un sueldo de ₡100 colones como recargo (Gobierno de la República de Costa Rica, 1924c) y, en sustitución de Sapper, el gobierno nombró a Miguel Obregón:

La posición que de [sic] ahora desempeño correspondía al eminente Dr. Sapper, para quien fue exclusivamente creada y a quien yo [Miguel Obregón] la cederé gustosísimo a su tiempo ya que, los servicios de tan lustre hombre de ciencia honrarán al país. Así, pues, mi gestión se concretará a una preparatoria organización de los servicios de aquel plantel y he aceptado el puesto en mi deseo de coadyuvar en algo a la obra científica de aquél eminente geólogo y geógrafo (La Tribuna, 1924c, p. 3).

Miguel Obregón se mantuvo en la dirección del Instituto Físico-Geográfico Nacional hasta 1935 y lo despertó del coma en que se encontraba. Empero, para Luis Dobles Segreda dicho instituto era “simplemente una tumba, donde se guardan los restos de muchos aparatos que pasaron a mejor vida” (Dobles Segreda, 1927, p. XXXV). En 1924, el *Diario de Costa Rica* también publicó:

Hay que lamentar el descuido en que se tiene el Observatorio Nacional, que en otros tiempos fue un centro de estudios de gran importancia. Cada vez que se habla de economías, se recurre antes que nada, al presupuesto de ese departamento. Ahora se le asignan ₡50.00 y el empleado no puede hacer mayor cosa: registrar los temblores y cuidar los aparatos. Deben los Gobiernos [sic] pensar en la importancia de los estudios meteorológicos y las investigaciones científicas en general (Diario de Costa Rica, 1924a, p. 4).



Fig. 1: José Fidel Tristán (izquierda), Karl Sapper (centro) y Ricardo Fernández Peralta (derecha) en una fotografía tomada en marzo de 1924 durante la visita de Karl Sapper a Costa Rica. Fotografía: Archivo Nacional CR-AN-AH-FO-79120.

En 1928 la situación del Instituto Físico-Geográfico Nacional no era diferente ya que sobrevivía con un presupuesto de ¢11 700 colones al año para el personal (director, jefes de las secciones meteorológica y sismológica, un auxiliar, un portero y algo de materiales para cartografía) y 1000 colones para exploraciones geográficas (Dobles Segreda, 1929). Mientras tanto, José Fidel Tristán asumía la presidencia de la junta directiva del Museo Nacional (Dobles Segreda, 1927).

En 1928, por decreto N°7 del 26 de junio, se autorizó a la Secretaría de Educación Pública a contratar, en Europa, una misión pedagógica, compuesta de cuatro profesores para las cátedras de Matemática y Astronomía, Física, Química y Ciencias Naturales con especialización en geología, para trabajar en colegios de enseñanza secundaria (Dobles Segreda, 1929). En este contexto apareció, en el escenario nacional el Dr. Paul Schaufelberger, quien llegó el 25 de enero de 1929 a Costa Rica, vía Puntarenas, a bordo del vapor inglés Acajutla (Vargas, 1929).

En ese entonces, Schaufelberger tenía 35 años, un doctorado en filosofía y un diploma de profesor, ambos de la Universidad de Zúrich (Dobles Segreda, 1929, p. XXIII). Él había trabajado como profesor de Ciencias Naturales en el Gimnasio de Bienne y en la Escuela Comercial de Zúrich y como profesor de Geología en el Reform Pedagogium de Singen (Dobles Segreda, 1929, p. XXII). Schaufelberger fue escogido de entre 72 aplicaciones de profesores de Suiza, Austria y Alemania y contratado para trabajar, la mayor parte del tiempo, en el Liceo de Costa Rica y el Colegio Superior de Señoritas, aunque también podía dedicarse a investigar en el Instituto Físico-Geográfico Nacional o en el Museo Nacional (Dobles Segreda, 1929; Gobierno de la República de Costa Rica, 1931). El contrato formal de Schaufelberger se firmó en diciembre de 1930 con vigencia del 1° de enero de 1931 al 31 de diciembre de 1933 (Gobierno de la República de Costa Rica, 1931).

En 1929 el Instituto Físico-Geográfico Nacional parecía resurgir de las cenizas bajo la dirección de Miguel Obregón, quien exhortaba a que se trajeran profesores extranjeros, uno de ellos geólogo y, mejor aún, que se formaran jóvenes costarricenses en geología y sismología:

El funcionamiento normal de este Centro [Instituto Físico-Geográfico Nacional] no sufrió interrupción durante el año recién pasado 1929. Puntualmente fueron hechas las observaciones en las horas de costumbre, sin excluir domingos y días festivos, y atendidos los aparatos registradores [...] El primer Jefe de Sección, Ingeniero don Rafael Tristán atiende especialmente el servicio de Sismografía y el de la Hora Oficial. Para el primero, los anticuados sismógrafos apenas si pueden utilizarse. Este departamento, de capital importancia en países que como el nuestro sufre frecuentes dislocaciones tectónicas y los consiguientes sismos, debería renovarse en su totalidad e instalarse en las afueras de la ciudad, en terreno de naturaleza rocosa que pueda apaciguar las vibraciones que el tráfico u otros motivos ocasionan [...] Traer del exterior tres o cuatro profesores, especializados en este género de servicios y con suficiente garantía de su práctica en establecimientos similares. Uno, necesariamente habría de ser geólogo y dedicarse a la exploración geológica y geográfica del país. [...] Mejor que la importación de estos elementos extranjeros [profesores], fuera el envío, por cuenta del Estado, de cuatro o seis jóvenes inteligentes, bien preparados, y dispuestos a especializarse concienzudamente en Geología y Geografía (Sección Geográfica), Sismología (Sección Sismológica)... (Obregón, 1930, p. 531-532).

Este pequeño respiro de la ciencia se complementó con la creación de la Sociedad Científica Costarricense, fundada por José Fidel Tristán (presidente de la sociedad), Esther Castro de Tristán, Anastasio Alfaro, Juvenal Valerio, Elías Leiva y Paul Schaufelberger, solo para mencionar algunos de ellos (Diario de Costa Rica, 1931). José Fidel Tristán explicó el propósito de dicha sociedad con estas palabras:

Es necesario combatir ese egoísmo y ese espíritu suspicaz que envenena, que corroe y que hace que vivamos aislados de todo contacto intelectual. Nuestra idiosincrasia es de las eternas luchas, casi siempre sobre cosas baladíes, para no llegar a ningún resultado práctico. No hay duda que en el país existe una forma de vida intelectual, pero latente. Y hay que despertarla, estimularla y este es uno de los fines de esta Sociedad (Diario de Costa Rica, 1931, p. 2).

El mismo día en que se conformó la sociedad y luego de que se estableciera la junta directiva, Esther Castro de Tristán, única mujer científica cofundadora, impartió la conferencia titulada *Contribución de la Mujer a la Cultura Científica del País*, en la que algunas de sus palabras enfatizaban la importancia de impulsar la participación de la mujer en el desarrollo científico de Costa Rica:

En efecto, la cultura científica femenina se ha venido desarrollando entre nosotros desde hace muchos años con bastante intensidad. Principia en la Escuela Primaria y continúa después en todas las colegios de la República, de tal modo que las alumnas de estos Colegios han visto abrirse las puertas maravillosas de la Ciencia; su mente ha visto un horizonte más amplio; su mente ya no vive recluida a una lectura barata y superficial [...] La Sociedad Científica Costarricense abrirá pues, sus puertas a nuestras mujeres, las que, con su actividad y entusiasmo y más diría, con su constancia podrán mantener el fuego sagrado para que esta Sociedad dure y perdure, desempeñando entre sus actividades la de contribuir dentro de su modesta esfera, a que nuestras mujeres amplíen sus conocimientos generales aparte del placer que hemos de experimentar al vivir en un medio formado por personas ilustradas y de buena voluntad que nos proporcionarían horas muy agradables e instructivas (Diario de Costa Rica, 1931, p. 6).

Paralelamente, Schaufelberger promovió una Escuela de Ciencias con el fin de que se otorgaran títulos de Licenciatura en Ciencias para que sirvieran en los colegios de segunda enseñanza (La Tribuna, 1932a). Las clases empezaron en marzo de 1932 (Gobierno de la República de Costa Rica, 1932a) y de ella se graduó el geofísico José Merino y Coronado, quien sería el primer encargado del Servicio Meteorológico y Sismológico Nacional en 1941 (Gobierno de la República de Costa Rica, 1941; La Tribuna, 1932c).

Lamentablemente, José Fidel Tristán falleció en enero de 1932, lo que dejó un vacío en la presidencia de la Sociedad Científica Costarricense y no fue sino hasta mayo que se nombró a Anastasio Alfaro en su lugar. La Sociedad Científica Costarricense tomó bajo su tutela la Escuela de Ciencias, que operaba en el local de la Escuela Vitalia Madrigal, bajo la dirección de Juan Dávila (Diario de Costa Rica, 1932b). En todo caso, la Sociedad y la Escuela tendrían vidas cortas, de modo que, Juan Dávila fue nombrado como nuevo director del Museo Nacional en sustitución de José Fidel Tristán (Diario de Costa Rica, 1932a), en tanto que Schaufelberger fue nombrado jefe de la sección geológica del Instituto Físico-Geográfico Nacional en abril de ese mismo año:

A solicitud de los directores del Instituto Físico Geográfico y Museo Nacional y en vista de que los conocimientos del señor Paul Schaufelberger armonizan mejor con las actividades que desarrolla el primero de esos establecimientos, el gobierno ha nombrado al distinguido científico jefe de la sección geológica del mencionado instituto, donde en adelante prestará, preferentemente, sus servicios (Gobierno de la República de Costa Rica, 1932b, p. 407).

En esta época la Sección Sismográfica del Instituto Físico-Geográfico Nacional era atendida por doña Elisa Fernández de Tristán, bajo la supervisión de su esposo, el ingeniero Rafael Tristán, lo cual hacía gratuitamente debido a que solo podía desempeñarse, oficialmente y sin recargos, como Inspector General de Telégrafos (Obregón, 1934). Al mismo tiempo, Rafael Tristán atendió lo relativo a la nueva fase eruptiva en el volcán Irazú en 1933:

Con respecto a las erupciones del Irazú no estoy bien informado de las condiciones del volcán; presumo sin embargo y creo aunque la idea de otras personas no esté conforme con la mía, que la actividad del volcán Irazú va en aumento.--Después de tantos años de su pasividad me ha llamado grandemente la atención por observaciones oculares en las mañanas, notar dos columnas de humo independientes en la cúspide del Irazú... [...] Es evidente que el volcán Irazú y cualquier otro volcán en las mismas condiciones de éste, no se va a declarar a arrojar fuego, llamas y lava sin antes haber dado otras manifestaciones en el aumento de su actividad misma. --Muchas veces en conversaciones con mi hermano, el profesor don Fidel Tristán, hablamos sobre ese asunto llegando al convencimiento de que las manifestaciones ulteriores de un volcán, siempre son acompañadas por otros fenómenos que van en aumento (La Tribuna, 1933a, p. 8).

Paralelamente, desde el Centro Nacional de Agricultura, Schaufelberger hacía lo suyo con respecto a la situación en el Irazú, en colaboración con el Museo Nacional (Diario de Costa Rica, 1933). En ese momento surgía la preocupación por el impacto de la ceniza en el agua potable, por lo que Schaufelberger colaboró en la revisión de los tanques:

El gobierno ante la alarma habida en San José como fuera de la capital optó por tomar medidas y la primera de ellas fue la visita del señor secretario de salubridad pública, doctor Núñez en compañía del profesor y jefe del departamento de geología del museo nacional, don P. Schaufelberger, a los tanques de la cañería de Tres Ríos para constatar si podría afectar en algo el agua de la cañería. Pero se logró comprobar que ningún componente nocivo tenía la ceniza caída a los tanques (La Tribuna, 1933b, p. 7).

Schaufelberger también visitó el Irazú en compañía de alumnos de la Escuela de Agricultura:

El aspecto del cráter del volcán en nada ha cambiado. Su configuración es la misma exactamente a la de 1930 y 1931 que le visitara. Las últimas erupciones del coloso, han sido de vapores, color amarillo unas veces, gris otras. Sin olor, esto es, no hay compuestos de azufre ni de cloro. Ni tampoco ha arrojado cenizas. En esta creencia existe error. Observé eso sí ligeros derrumbes en los niveles arenosos del cráter. La arena cae en éste y que luego, amasada, lanza el vapor a distancias. Cuando se produce este fenómeno, apércibanse ruidos fuertes que podrían apreciarse de subterráneos, pero que no lo son. En los alrededores no hay piedras lanzadas por el volcán. La vegetación está cubierta de ese lodo (formado por

arena y vapor) tan pegajoso que las lluvias no han logrado hacer desaparecer. La actividad del volcán es la misma de siempre. Sus erupciones tienen semejanza a las del Poás en 1910, es decir, que solamente arroja vapores y arena, acumulados y que afuera se eliminan. En una palabra: no existe actividad especial a profundidad del volcán (La Hora, 1933, p. 2).

En enero de 1934 se creó la Sección de Geología y Mineralogía en el Centro Nacional de Agricultura con Schaufelberger como jefe (Schaufelberger, 1936) y fue “alojada en una bohardilla pudiéramos decir, situada en el cielo raso de la antigua casa de Macaya” (Chavarría, 1936, p. 5) (Fig. 2a y b). De hecho, y sobre el paupérrimo espacio físico de la Sección de Geología y Mineralogía, Schaufelberger comentó, con tono satírico, que había sido “instalada bajo el techo del viejo edificio, donde las más frecuentes visitas son los murciélagos” (Schaufelberger, 1936, p. 81). Al respecto Schaufelberger, al ser también jefe de la sección de geología en el Instituto Físico-Geográfico Nacional, sugirió su fusión para optimizar el espacio físico y facilitar la atención al público (Schaufelberger, 1936).

El 29 de mayo de 1936, pese a que se reconocía la importancia de contar con un Instituto Físico-Geográfico Nacional, se decretó su suspensión porque no respondía al ideal que lo creó y la imposibilidad de dotarlo de equipo moderno (Instituto Geográfico Nacional, 1985). Al mismo tiempo se trasladaron, al Centro Nacional de Agricultura, los implementos y material técnico para uso y práctica de los estudiantes y para que desde allí se continuara la recolección y suministro los datos que obtenía regularmente el Instituto Físico-Geográfico Nacional. También se anexó el Departamento de Geología de dicho instituto al Museo Nacional, pero con el mismo presupuesto (Instituto Geográfico Nacional, 1985). Como resultado, las funciones del extinto Instituto Físico-Geográfico Nacional fueron absorbidas por la Sección de Geología y Mineralogía del Centro Nacional de Agricultura (Chavarría, 1937; Schaufelberger, 1937). Debido a estos cambios se nombró, a mediados de 1936, a Herbert Nanne Michaud como ayudante en esa sección (Schaufelberger, 1937), aunque las condiciones de trabajo eran paupérrimas, tal y como lo manifestaba Schaufelberger:

Se construyeron: la pared para separar la oficina y el laboratorio, una mesa y tres estantes, aprovechando la madera de viejas cajas, una mesa de laboratorio de la Sección Veterinaria completa la instalación. Pero todavía falta luz, fuerza eléctrica y casi todo el material para el laboratorio. Si se pudieron realizar unos trabajos del laboratorio lo ha sido posible por la amabilidad del Jefe del Laboratorio Químico Lic. don Carlos M. Salazar, que nos facilitó todo lo posible y por otra parte del equipo particular del que suscribe. Así es que debo manifestar que la Sección casi solo existe en el programa mientras que en la realidad casi no recibe ningún auxilio de parte del Centro. No quiero repetir lo que fue mencionado ya en el informe del año 1934 con respecto a las colecciones, materiales de demostración y de biblioteca. El trabajo hay todavía que hacerlo con las uñas (Schaufelberger, 1937, p. 115).

También era imposible continuar con las observaciones meteorológicas y sismológicas diarias de San José, ya que los aparatos que les fueron entregados estaban desmontados y no podían trabajar en el espacio del antiguo Instituto-Físico Geográfico Nacional y a la solicitud de la dirección del Centro Nacional de Agricultura para seguir utilizando dicho espacio Luis Dobles Segreda, entonces Secretario de Educación, respondió: “debo manifestarle que, de hacerlo así, nada habríamos ganado con la supresión de esa dependencia. Lo que conviene es que se lleve para ese Centro tales aparatos, que los monten ahí y que para esto, si es posible, pongan a trabajar a los alumnos” (Schaufelberger, 1937, p. 117).

Esta situación permeó a la prensa que, como es natural, siempre solicitaba la información sobre la sismicidad, como es el caso de unos sismos ocurridos el 26 de agosto de 1936 en la madrugada:

La población capitalina fue conmovida anoche o mejor dicho en la madrugada de hoy, por un fuerte temblor de larga duración. Con el objetivo de recoger datos relativos a ese movimiento terrestre, nos dirigimos hoy al Instituto Físico Geográfico, cuyo departamento ahora está recargado al Centro Nacional de Agricultura. Logramos que el encargado de aquel departamento, el profesor Schoefelberger [sic], nos diera algunos datos que él, personalmente, recabó sobre dicho temblor y otros que telegráficamente le fueron suministrados de algunas poblaciones del país. Según tales datos, el temblor se registró a las tres y media horas. Fue de intensidad III a IV; duración, 30 segundos; dirección de Norte a Sur. En Cartago se sintió con

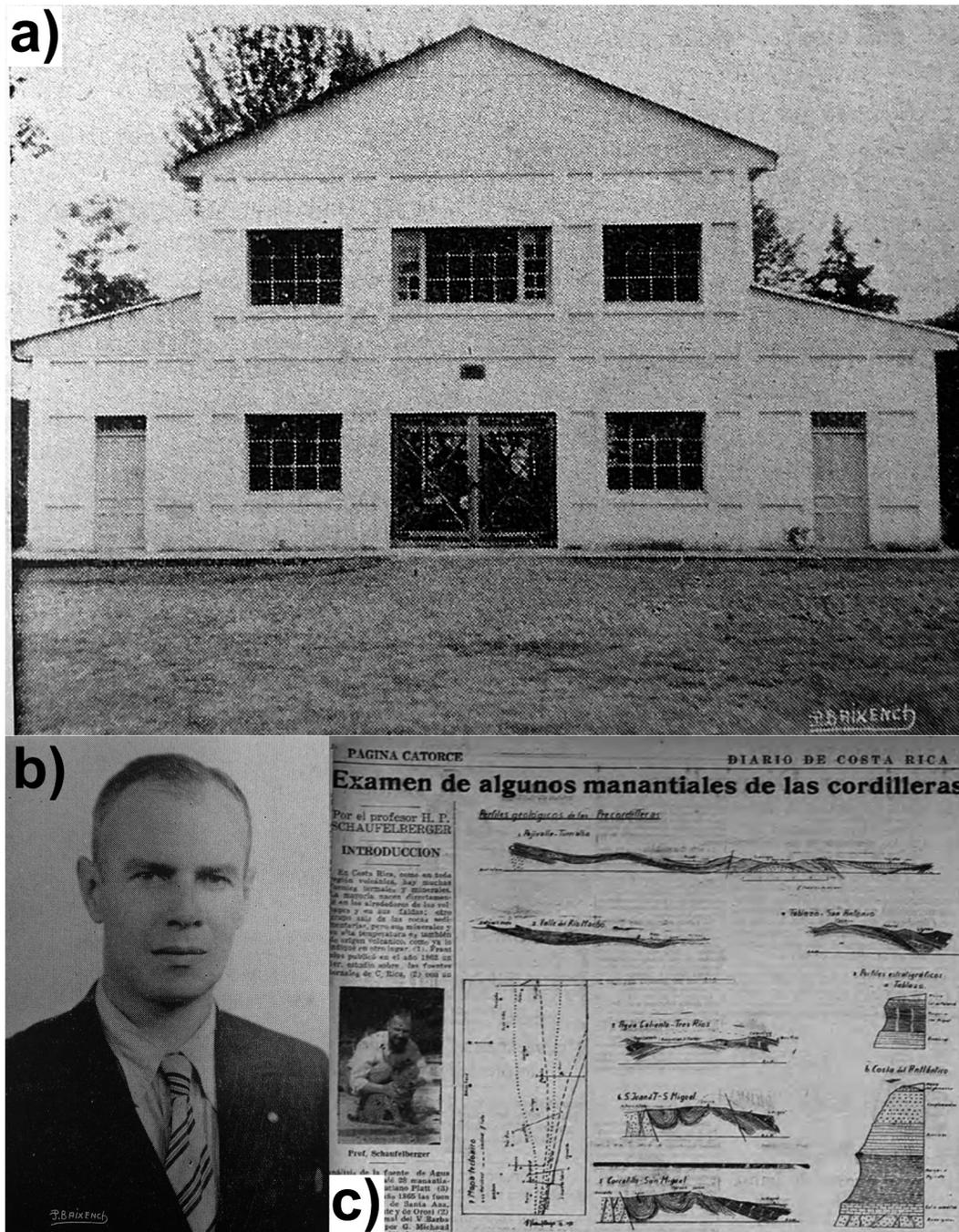


Fig. 2. a) Pabellón destinado al Servicio de Biblioteca, Mineralogía y Geología e Industria Animal del Centro Nacional de Agricultura. Fotografía tomada de la portada del informe anual correspondiente al año 1936 del Centro Nacional de Agricultura, publicado en el boletín N°23 en julio de 1937. b) Fotografía de Paul Schaufelberger tomada de la *CNA Revista Agrícola* que fue publicada en ocasión de la partida de dicho investigador (CNA, 1938). c) Extracto de la página 5 del *Diario de Costa Rica* del 5 de julio de 1931, en el que Schaufelberger publicó su trabajo sobre algunas fuentes termales de las cordilleras. Nótese la riqueza gráfica del artículo y la foto que se tornó icónica en los rotativos de la época cuando se publicaba algún trabajo relevante de Schaufelberger.

igual intensidad que en esta capital. Bastante fuerte, se sintió también en Heredia, Alajuela, Puntarenas, Orotina y Atenas. En Limón y Guanacaste, no se sintió. Todos estos datos han sido recogidos por el citado profesor “al tanteo”, pues los aparatos de sismografía que eran del Observatorio Nacional, encuéntrase desde hace mucho tiempo desmontados y casi abandonados (La Prensa Libre, 1936, pp. 1 y 5).

Schaufelberger honraría su tercer y último contrato con el Gobierno vigente del 1° de enero de 1936 al 28 de febrero de 1938 (Gobierno de la República de Costa Rica, 1936) en el Centro Nacional de Agricultura, aunque partió a Colombia el 10 de febrero de 1938, poco antes de su vencimiento (Centro Nacional de Agricultura, 1938).

En 1937, en ocasión del cincuentenario del Museo Nacional y mientras se abogaba por la construcción de un edificio para esta entidad, Cleto González Víquez fue entrevistado por el *Diario de Costa Rica*. González atribuía a los científicos nacionales la pérdida del Instituto Físico-Geográfico Nacional y obvia el accionar del gobierno que era el verdadero responsable del cierre y la poca inversión en material científico:

Pero bien debe pesarse, por la misma razón, como de necesidad urgente, en reorganizar nuestro instituto físico-geográfico. Y creo que no exagero si digo que duéleme sobremanera que aquel haya desaparecido prácticamente, y que hayamos perdido el interés por muchas cosas que antes lo merecieron, quizás por el empeño que en ello pusieron los profesores extranjeros que, como Pittier y otros, especialmente los alemanes, se esforzaron por despertar curiosidad e interés sobre cosas que hoy hemos olvidado llegados por la inercia y por la atonía del público y de los que debieran mantener el fuego de esos entusiasmos. En verdad eso viene desde que tales asuntos han caído en manos nacionales. Y así hemos descontinuado muchas prácticas y hemos dejado caer el interés por servicios que antes se mantuvieron, por constancia y espíritu de investigación de esos extranjeros que prestigiaron nuestros colegios superiores con sus sabias enseñanzas y en su pasión nunca disminuida por la ciencia. Hoy no contamos con servicios meteorológicos. Antaño, en la Gaceta, se publicaban toda clase de datos, ya sobre la intensidad de las lluvias, o la dirección y frecuencia de los vientos, el grado de humedad, condiciones atmosféricas, consignándolas por días y horas de cada semana. Se contaba con seismógrafos [sic] para indicar la intensidad y dirección de los sismos; en fin, se hacía labor de observación y se procedía con todo el rigor científico que cada rama de esas ciencias exigía. Hoy todo se hace al tanteo. Por arte de adivinación. Sin aparatos que precisen las distintas características de los fenómenos que en el campo físico-geográfico se registran en el país (Diario de Costa Rica, 1937, p. 5).

Entre tanto, el vacío dejado por el cierre del Instituto Físico-Geográfico Nacional se hacía sentir:

No tenemos en Costa Rica un observatorio bien montado. Hace algunos años el gobierno suprimió el Instituto Físico Geográfico que era nuestro observatorio y los trasladó a la Escuela Nacional de Agricultura. Muchas cosas que había se dañaron con el viaje y hoy ya no es posible hacer observaciones serias [...] A raíz de los últimos temblores del domingo pasado, se publicaron las opiniones sobre ellos, de varios científicos costarricenses, todos desligados del Departamento de Meteorología de la Escuela de Agricultura. Ninguno de nosotros ha visto todavía el Boletín Oficial de dicho departamento, comentando los fenómenos, a fin de llevar la tranquilidad y la calma al hogar de todos los costarricenses (Merino y Coronado, 1939, p. 6).

Otra noticia enfatizaba lo siguiente:

Desde hace mucho tiempo, no sabemos por cuántas razones, los sismógrafos del Observatorio Nacional no funcionan, siendo así que es difícil, por no decir imposible, registrar en forma científica los temblores que se producen, sus características, etc. En casos como el presente, no queda otro recurso a quienes debemos informar al público de todo lo que ocurre, que recurrir al experto ingeniero don Rafael Tristán Fernández, quien por sus vastos conocimientos en la materia, por haber sido Director del Observatorio,

y por su enorme afición al estudio de todo lo relacionado con los movimientos tectónicos, anota en su carnet todos aquellos datos que puede reunir en su despacho acerca de las características de los temblores que se producen, y cuyos datos luego, muy gentilmente, no tiene inconveniente en suministrarnoslos a los de la prensa (La Prensa Libre, 1939a, p. 2).

El 5 de marzo de 1939 se anunció la llegada, al puerto de Puntarenas, del geólogo César Dóndoli, italiano, con pasaporte diplomático y en primera clase, procedente de Trieste, vía puertos intermedios, a bordo de la motonave italiana Cellina (Lobo, 1939). El 20 de marzo fue nombrado jefe de la Sección Geológica del Centro Nacional de Agricultura (Gobierno de la República de Costa Rica, 1939) aunque no es sino hasta finales de abril que toma las riendas de esa sección (Dóndoli, 1940a). La revista CNA anunció la incorporación de Dóndoli y de otros profesionales extranjeros: el Dr. Alexander Bierig, de origen alemán y nuevo jefe y profesor de la Sección de Entomología, y el Dr. Gerard Kaminski, también alemán y profesor de Química Agrícola (CNA, 1939).

Apenas iniciando labores, Dóndoli no se anduvo con medias tintas al exponer el pésimo estado de la Sección Geológica:

Encontré que en la Sección hacía falta todo lo que podía tener valor en una oficina de Geología. Lo primero de que me preocupé, fue pedir los libros más necesarios, y algunos instrumentos, los cuales nos llegaron gracias al interés tomado por esa Dirección. Llegó también un microscopio petrográfico, y con la ayuda de mi auxiliar, don Hebert Nanne, pude obtener algunos instrumentos para preparación de minerales y rocas... (Dóndoli, 1940a, p. 98).

La llegada de Dóndoli a Costa Rica coincidió con una nueva fase eruptiva del volcán Irazú y varios sismos importantes, sobre los cuales la prensa no tardó en consultarle. Dóndoli, con tono poco diplomático, ofreció algunas declaraciones en las que descarta la relación entre los sismos y la actividad volcánica:

Los estudiantes de la Escuela Nacional de Agricultura, de quienes admiro el interés inteligente todo lo que pueda ampliar sus conocimientos, me preguntaron cuáles podrían ser las causas de estos fenómenos y sus varias relaciones, según los estudios críticos más recientes. Yo expuse mis opiniones, reflejo naturalmente de los estudios hechos y mis estudiantes no tuvieron dificultad en comprender el significado; aquí sería demasiado extenso hacer una exposición completa y me reservo ésta para el próximo de la revista del Centro Nacional de Agricultura. Me limitaré a las líneas esenciales [...] Para hablar ahora del fenómeno en detalle sería necesario que los lectores tuviesen conocimientos geológicos que no todos tienen, me limitaré a algunas cosas principales anteponiendo una observación del geólogo francés, HAUG [...] Es mi opinión que casi todos los temblores de Costa Rica, como muchos de Centro América tengan su causa en estos fenómenos tectónicos. Que en nuestro país existen fallas, las cuales, es probable no hayan llegado a su estado de equilibrio, lo demostró con inteligentes estudios el Dr. don Pablo Schaufelberger, mi predecesor (Dóndoli, 1939, p. 11).

Aun así, la prensa reconocía la labor del Centro Nacional de Agricultura y valorizaba la reaparición de la revista de dicho centro, con la publicación del número correspondiente a los meses de julio a septiembre, y en la que Dóndoli publicó el artículo titulado *Algunas observaciones sobre los temblores en Costa Rica*, en el que prueba que la actividad sísmica ocurrida en 1939 era de origen tectónico y no volcánico (La Prensa Libre, 1939b). De hecho, en su informe de labores, Dóndoli hacía referencia a las manifestaciones a la prensa y particularmente al artículo sobre los temblores: “Con respecto a los temblores, esta Sección se interesó en que salieran en los periódicos y en la Revista C.N.A de nuestro Centro, una explicación que aclarara las ideas en este sentido y precisamente en estos días tuvo la satisfacción de ver que los mismos que antes se habían opuesto a estas ideas nuevas para Costa Rica, volvieron sobre ellas apoyándolas” (Dóndoli, 1940a, p. 99).

En 1940 ocurrieron varios acontecimientos relevantes. El Centro Nacional de Agricultura pasó a ser departamento sin una Sección de Geología pero con un Servicio de Investigaciones Físico-Geográficas y Meteorología, con César Dóndoli en la jefatura y Alfonso Segura Paguaga como asistente (Gobierno de la República de Costa Rica, 1940a). En agosto de 1940 se creó la Universidad de Costa Rica y esta absorbió la Escuela Nacional de Agricultura, con la Sección de Geología incluida

(Castillo y Peraldo, 2000). Pese a ello, todavía en septiembre de 1940 la Cartera de Fomento se encargó del Departamento y la Escuela Nacional de Agricultura, aún con Dóndoli en la jefatura del Servicio de Investigaciones Físico-Geográficas y Meteorología (Gobierno de la República de Costa Rica, 1940b). En 1941 la Cartera de Fomento y Agricultura recuperó el Servicio de Geología para el Departamento Nacional de Agricultura con César Dóndoli como jefe y Herbert Nanne Michaud como auxiliar y creó el Servicio de Mineralogía y Meteorología con Alfonso Segura Paguaga como encargado de lo primero y José Merino Coronado de lo segundo (Gobierno de la República de Costa Rica, 1941). En 1943, Merino y Coronado ponía nuevamente en el tapete las malas condiciones del equipo sismológico:

Los sismógrafos que mantenemos en uso son muy viejos y bastante inadecuados. Con ellos estamos trabajando y hacemos lo que se puede. Los mantenemos en buen estado de funcionamiento, pero este año será necesario adquirir, ya sea una batería de automóvil o un transformador para continuar operando los instrumentos. Trabajar con la corriente de la red tiene la desventaja de que si en medio de un temblor fuerte falla la electricidad, se quedan los sismógrafos parados y sin registrar (Merino y Coronado, 1943, p. 92).

Entre 1943 y 1947 Merino y Coronado ofreció reportes sismológicos desde el Instituto Físico-Geográfico Nacional (p. ej. Diario de Costa Rica, 1943; La Prensa Libre, 1946). En 1947, al final de su gestión, recibió equipo sismológico en el marco de la cooperación científica y cultural del gobierno de los Estados Unidos con Latinoamérica, el cual fue instalado en la “Universidad Nacional” (como entonces se le llamaba en la prensa a la Universidad de Costa Rica) por el oficial de la marina Sr. Thomas H. Pearce (La Tribuna, 1947a, 1947b). Este aparato se trataría de un acelerógrafo (Morales, 1986).

El 4 de julio de 1944 se creó el Instituto Geográfico Nacional adscrito a la Secretaría de Fomento, pero no fue sino hasta el 2 de enero de 1945 que Ricardo Fernández Peralta asumió funciones como su primer director (Barrantes, 1975). También se creó una Sección Geológica que nunca despegó y finalmente desapareció en 1948 luego de la reestructuración del instituto (Barrantes, 1975). Con la reestructuración, asumió la dirección Federico Gutiérrez Braun y, al mismo tiempo, el Servicio Meteorológico y Sismológico fue asignado a Elliot Coen y pasaría a depender del Departamento de Servicios del Ministerio de Agricultura e Industrias.

Para entonces, las observaciones sismológicas consistían en la aceleración, velocidad, desplazamiento, periodos, mediante un acelerógrafo de registro fotográfico de 12”, tipo Montana, únicamente para temblores superiores en intensidad IV de la escala Mercalli-Cancani modificada (Gobierno de la República de Costa Rica, 1951). En los informes de labores del Servicio Meteorológico y Sismológico entre 1948 y 1968, mientras Coen estuvo en la jefatura, resaltan breves reportes sobre el Terremoto en Patillos (Gobierno de la República de Costa Rica, 1953); Terremoto en Río Segundo de Bajos del Toro (Gobierno de la República de Costa Rica, 1955) y los reportes sobre la caída y dispersión de la ceniza de las erupciones del Irazú en 1964 (Gobierno de la República de Costa Rica, 1964).

En la década de los sesenta, con las erupciones de los volcanes Irazú (1963-65) y Arenal (1968) se gestó un proceso de institucionalización que favoreció el desarrollo de la investigación vulcanológica y sismológica en Costa Rica (Alvarado et al., 1991; Alvarado y Patiño, 2017; Castillo y Peraldo, 2000; Mora et al., 2022; Morales, 1986). En 1967 se creó la Escuela Centroamericana de Geología que a su vez estableció, en 1973, una Sección de Sismología, Vulcanología y Exploración Geofísica (Castillo y Peraldo, 2000). En 1974, el Instituto Costarricense de Electricidad empezó la auscultación del volcán Arenal y creó el Observatorio de Chiripa, ubicado en el cerro homónimo a 23 km al oeste del volcán. En 1983, la Escuela Centroamericana de Geología junto con el Instituto Costarricense de Electricidad y la Universidad Nacional (UNA), crearon la Red Sismológica Nacional (RSN). Empero, a partir de 1986 la Red Sismológica Nacional continuó solo con la Escuela Centroamericana de Geología y el Instituto Costarricense de Electricidad, mientras que la Universidad Nacional fundó el Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Costa Rica (Ovsicori) (Alvarado et al., 1991; Alvarado y Patiño, 2017; Castillo y Peraldo, 2000; Mora et al., 2022; Morales, 1986). En 1988 el Observatorio de Chiripa se convirtió en el Observatorio Vulcanológico del Arenal (OVA), dedicado a las observaciones sismológicas, geodésicas, geoquímicas, estudios tefroestratigráficos, tectónicos y de peligros volcánicos, entre otros. En la década siguiente, este observatorio se modernizó con la primera red digital de Costa Rica e incorporó la auscultación del volcán Miravalles y sus proyectos geotérmicos, de modo que el nombre cambió a Observatorio Sismológico y Vulcanológico del Arenal y Miravalles (Osivam) (Mora et al., 2022).

La erupción del volcán Arenal (1968-2010) ocurrió al mismo tiempo en que las entidades dedicadas a la observación e investigación vulcanológica daban sus primeros pasos. Durante las cuatro décadas de actividad del Arenal se pasó de los registros sismológicos analógicos a los digitales y se amplió la capacidad, a nivel tecnológico, para el registro continuo de señales digitales. El volcán Arenal se posicionó como laboratorio para estudios vulcanológicos por su actividad continua y facilidades tanto de acceso como logísticas, lo que favoreció múltiples colaboraciones con grupos científicos extranjeros para realizar experimentos sismológicos y multiparamétricos específicos, así como también estudios tefroestratigráficos, geoquímicos, peligros volcánicos, entre otros, lo que en definitiva sentó las bases de la auscultación vulcanológica moderna en Costa Rica (Mora et al., 2022) (Fig. 3).

Desafortunadamente, tanto la Red Sismológica Nacional como el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica realizaban sus labores con escaso presupuesto, lo que limitaba el desarrollo científico. Con la Ley de Emergencias N° 8488 (Gobierno de la República de Costa Rica, 2006) ambas entidades obtuvieron un presupuesto estable, al menos por un tiempo, y les fue posible no solo modernizar sino también ampliar la instrumentación sísmica y volcánica, lo que favoreció una documentación cada vez más completa y robusta de la actividad volcánica, tal y como sucedió durante fases eruptivas recientes de los volcanes Turrialba (2010-2021, p. ej. van der Laat et al., 2023), Poás (2017, p. ej. Salvage et al., 2018) y Rincón de la Vieja (2011 al presente, p. ej. Bakkar, 2017).

Difusión en Costa Rica del conocimiento sobre la actividad volcánica de 1887 al presente

A continuación nos enfocaremos los artículos sobre vulcanismo publicados en las revistas científicas, culturales y pedagógicas a partir de la aparición de los *Anales del Museo Nacional* en 1887. Sin embargo, es importante mencionar que el periódico *La Gaceta Diario Oficial* fue un canal oficial de difusión de información científica en la que se publicaron, por ejemplo, reportes de la actividad eruptiva del volcán Turrialba entre 1864 y 1866 (J. B., 1864; *La Gaceta Diario Oficial*, 1864a, 1864b, 1865). También el ingeniero Federico Maison publicaba información meteorológica, la cual incluía reportes sobre temblores (p. ej. Maison, 1878).

1887 a 1950

En 1887, los *Anales del Museo Nacional* publicaron unos textos de Anders Oersted (1816-1872) sobre sus estudios sobre la flora costarricense en los que se hacen breves descripciones y comentarios relativos a los volcanes Poás, Barva e Irazú y constituirían, quizás, los primeros datos sobre los volcanes de Costa Rica que se publicaban en una revista nacional, aunque no es posible asegurarlo (Alfaro, 1887). Vendrían luego las expediciones de Henri Pittier a los volcanes, cuyos resultados los publicó en revistas nacionales tales como: *Anales del Instituto Físico-Geográfico*, *Costa Rica Ilustrada*, *Páginas Ilustradas* y *Revista Costa Rica*; aunque también se publicaron en *La Gaceta Diario Oficial* e informes editados por la *Tipográfica Nacional*. Pittier también publicó algunos trabajos vulcanológicos y sismológicos en el extranjero (Cuadro 2).

El acervo científico de Pittier dedicado completa o parcialmente al vulcanismo y la sismicidad se compone de 20 artículos y reportes publicados entre 1888 y 1922 (Cuadro 2). Aunque ninguno es menos importante, sobresale el artículo relativo al Terremoto de 1888 en Fraijanes titulado: *Informe sobre los fenómenos sísmicos y volcánicos ocurridos en la Meseta Central*, en la que efectúa una notable documentación del evento, sus impactos y el análisis e interpretación sobre el origen (Pittier, 1889c). Ese trabajo fue publicado tanto en *La Gaceta Diario Oficial* como en *La República* (Cuadro 2). El artículo *Apuntaciones sobre el clima y geografía de la República de Costa Rica* publicado en el Tomo I de 1888 del *Boletín del Instituto Meteorológico Nacional*, que vio la luz en 1889 expone tres aspectos principales:

1. Las observaciones sismológicas durante el año 1888, con especial detalle en la actividad sísmica de diciembre de ese año cuyo clímax fue el Terremoto de Fraijanes (30 de diciembre) y que Pittier (1889b) relaciona con la actividad de los volcanes Poás e Irazú al mismo tiempo que descarta cualquier origen relacionado con corrientes geo o termo-eléctricas.

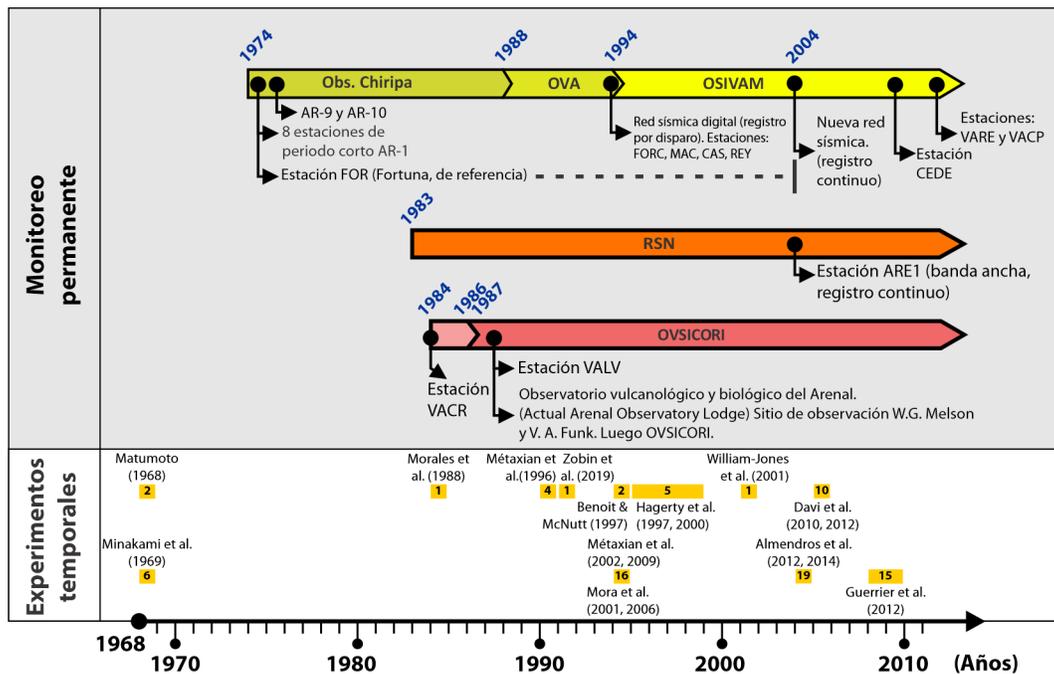


Fig. 3: Evolución de los observatorios vulcanológicos, la instrumentación sísmica y experimentos temporales durante los 42 años de erupción del volcán Arenal (1968-2010), lo cual refleja el camino del desarrollo tecnológico a lo largo de este periodo del siglo XX que sentó las bases de las observaciones modernas. Los números en recuadros amarillos indican el número de estaciones sísmológicas utilizadas en los experimentos temporales y están ubicados en el o los años en que se realizó el experimento. También se indica la referencia de los trabajos en los que se publicaron los resultados.

2. Su modelo sobre la orografía de Costa Rica según el estado de conocimiento de la época. De modo que esboza su razonamiento para agrupar las cordilleras de Panamá y Costa Rica en tres sistemas: el *Sistema del Atrato o panameño-dariense*, el *Sistema panameño-costarricense*, en el que incluye las cordilleras de Chiriquí, Talamanca y de Costa Rica (nombre que usó para las actuales cordilleras volcánicas Central y de Guanacaste) y el *Sistema nicaragüense-guatemalteco que comprende las cordilleras nicaragüense-hondureño y guatemalteco-salvadoreña*.

3. Una descripción detallada de la *Cordillera Central o del Irazú*.

Un pequeño extracto de este trabajo, con algunos nuevos matices, vendría a difundirse en el extranjero, en una carta que Pittier envió el 15 de mayo de 1890 a Élisée Reclus (1830-1905, geógrafo francés) y que este, a su vez, hizo llegar al *Bulletin de la Société Neuchateloise de Géographie* para su publicación, con el título: *Lettre de M. H. Pittier sur l'Amérique Centrale et le Costa Rica en particulier* (Pittier, 1890b). En esa carta, Pittier comenta a Reclus su propuesta de agrupamiento de las cordilleras de Panamá y Costa Rica, pero también, hace ver algunos “errores capitales” de la obra de Montessus de Ballore (1884): 1) que no existen volcanes activos al sur del valle del Reventazón y del Río Grande de Tárcoles, 2) que el Herradura (Turrubares) no es un volcán, 3) que los únicos volcanes activos son: Turrialba, Irazú, Poás, Tenorio, Miravalles y Orosi. Finalmente, expone su hipótesis de la conexión entre la precipitación y procesos volcánicos y sísmicos.

En un artículo ulterior titulado *Notes sur la géographie du Costa-Rica* publicado en 1893 en la revista *Nouvelles Géographiques*, Pittier aseguraba conocer la mayor parte del territorio de Costa Rica “mejor que cualquier otro viajero-geógrafo” lo que le permitía, por lo tanto, “corregir algunos pequeños errores” cometidos por el geógrafo Reclus en el tomo XVII de su libro *Géographie Universelle* en el que se dedica un capítulo a Costa Rica (Reclus, 1891, pp. 535-570). Pittier critica a Reclus por la forma en que describe el volcán Poás:

No sé de dónde ha sacado M. Reclus la idea de que el Poás es una «simple ampolla en la cima de la mesa». Si esta enorme masa de basalto, cubierta de escorias y cenizas, es una ampolla, su estructura no es ciertamente la más elemental”...“Poás, añadiré que no es el cráter superior, sino el inferior, rodeado por

Cuadro 2

Expediciones y publicaciones de Henri Pittier sobre vulcanismo y sismicidad de Costa Rica.

Año	Expediciones	Publicaciones
1888	Diciembre: volcán Irazú. (1) Julio: volcanes Poás y Barva. (1) Marzo: volcán Irazú. (1)	Pittier, H. (1888, 22 de julio). Informe de una excursión al grupo de picos del volcán Barva. La Gaceta Diario Oficial N°169. p. 911-912. Pittier, H. (1888, 17 de abril). Informe de una expedición al volcán Irazú. La Gaceta Diario Oficial N°88. p. 457-458. Pittier, H. (1888, 22 de septiembre). Informe de una expedición al volcán de Poás (25-27 de julio de 1888). La Gaceta Diario Oficial N°221. p. 1279-1281. Pittier, H. (1888, 18 de diciembre). Instrucción Pública, Instituto Meteorológico Nacional, informe de la expedición realizada al volcán Irazú del 12 de diciembre de 1888. La Gaceta Diario Oficial N°295. p. 1650-1651.
1889	4 al 13 de enero: volcanes Barva y Poás. (2) 24 al 28 de enero: volcán Irazú (nuevas bocas), laguna del Reventado y el volcán Turrialba. (2) Diciembre: Barva, Santa Bárbara, Río Itiquís. (2)	Pittier, H. (1889, 18 de enero). Informe presentado al Supremo Gobierno sobre los fenómenos sísmicos y volcánicos ocurridos en la meseta central en diciembre de 1888. La República, p. 2-3. Pittier, H. (1889, 17 de enero). Informe presentado al Supremo Gobierno de Costa Rica sobre los fenómenos sísmicos y volcánicos ocurridos en la Meseta Central en diciembre de 1888. La Gaceta Diario Oficial N°12. p. 51-52. Pittier (1889) hace referencia a un informe inédito que versa sobre: Irazú-Turrialba. Estudios en la laguna del Reventado, en las nuevas bocas del Irazú, en las faldas y cumbre del Turrialba. Pittier, H. (1889). Apuntaciones sobre el clima y geografía de la República de Costa Rica. Boletín del Instituto Meteorológico Nacional, Tomo 1 1888 (Tomo primero de los Anales del Instituto Físico-geográfico, parte geográfica), 41-62.
1890	6 - 11 de enero: Exploración del Barva, en los alrededores de la Esmeralda. (2) 1° al 4 de febrero: laguna de Barva, exploración de las cumbres de la serranía. (2) 26 al 31 agosto: volcán Poás.	Pittier, H. (1890). Informe sobre el actual estado del volcán Poás. (26-31 de agosto de 1890) Presentado al señor secretario de Estado, en el despacho de Instrucción Pública. Tipografía Nacional. 4 pp. Pittier, H. (1890). Lettre de M. H. Pittier sur l'Amérique centrale et le Costa Rica en particulier. Bulletin de la Société Neuchateloise de Géographie, Tome V 1889-1890, 125-133.
1891		Pittier, H. (1891). El volcán de Poás. Costa Rica Ilustrada, 2(29) 231-232.
1893		Pittier, H. (1893). Notes sur la géographie du Costa-Rica. Nouvelles Géographiques, 9, 133-137.
1897		Pittier, H. (1897). Appendix H: Notes on volcanoes and earthquakes in Costa Rica (for the United States Nicaragua Canal Board). En: Gobierno de los Estados Unidos, Report of the Board of Engineers for the Purpose of ascertaining the feasibility, permanence, and cost of construction and completion of the Nicaragua canal by the route contemplated and provided for the act which passed the Senate January 28, 1895 (pp. 143-146). Government Printing Office.
1898	1° de enero: volcán Turrialba. (3)	Pittier, H. (1898, 28 de mayo). Un viaje al volcán de Turrialba. El Eco Católico. pp. 158-160.
1900	30 de diciembre: volcán Irazú. (3)	
1905		Pittier, H. (1905). El Terremoto del 20 de Enero de 1905. Páginas Ilustradas, 2(53), 838-840. Pittier, H. (1905). El Terremoto del 20 de Enero de 1905 (continuación). Páginas Ilustradas, 2(54), 850-851.
1910		La Información. (1910, 27 de enero). Las erupciones más notables del volcán Poás. La Información, p. 2. (Se publica informe de Pittier).
1912		Pittier, H. (1912). Kostarika: Beiträge zur Orographie und Hydrographie Costa Rica. Ergänzungsheft Nr. 175 zu Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt. Gotha: Justus Perthes. 48 pp.
1922		Pittier, H. (1922). Costa Rica: su orografía e hidrografía. Revista de Costa Rica, 3(6), 141-147. Pittier, H. (1922). Costa Rica: su orografía e hidrografía (continuación). Revista de Costa Rica, 3(8-9), 204-2013.

Fuentes: (1) Pittier (1889, p. 29); (2) Instituto Geográfico Nacional (1989, p. 44-45); (3) Conejo (1975, p. 75-76).

los bordes medio derrumbados de un tercero más antiguo, el que contiene una laguna de agua caliente cuya temperatura varía, según las antiguas observaciones de Frantzius y más, de 39,1 a 64,2 grados centígrados (Pittier, 1893, p. 136; traducción del autor).

Otro trabajo de Pittier, a nivel internacional, es un análisis de peligrosidad sísmica y volcánica en Costa Rica y Nicaragua elaborado para el *Panel del Canal de Nicaragua de los Estados Unidos* (Pittier, 1897, Apéndice H). Este estudio no era el único, ya que Clarence E. Dutton (1841-1912) un geólogo graduado de Yale, que laboró para el U.S. Geological Survey y una vez retirado (en 1891) para el San Antonio Arsenal (Texas), había hecho uno similar para la Nicaragua Canal Construction Company (Dutton, 1891). Pittier y Dutton coincidían en varios aspectos: 1) que los principales sismos (conocidos hasta ese momento), se localizaban cerca o en los volcanes y los impactos tenían una extensión limitada, 2) que el segmento oriental del canal estaba muy lejos de la fuente de los sismos más frecuentes en Costa Rica que, para ellos, se generaban en la cordillera principal compuesta por el Poás, Irazú y Turrialba, 3) el segmento occidental del canal estaba más expuesto al peligro de los volcanes “Ometepe” (volcán Concepción) y Mombacho (Dutton, 1891; Pittier, 1897).

Dutton (1891) manejaba conceptos bastante avanzados como: 1) el pronóstico de terremotos como una probabilidad, aunque reconocía que no era posible poner un valor al riesgo sísmico por la poca investigación que se había hecho hasta ese momento, 2) la dependencia del tamaño del sismo de las características de la localidad, 3) la frecuencia de ocurrencia de los eventos y 4) la atenuación sísmica. Dicho autor también hizo ver la importancia de construir sobre roca sólida, ya que las sacudidas eran menores, en comparación con suelos, gravas u otros materiales inconsolidados. Pittier (1897), por otro lado, consideraba que los sismos propiamente dichos no deberían ser un obstáculo para construir el canal pero sí lo podían ser en caso de combinarse con las lluvias características de Costa Rica y Nicaragua, ya que potencian deslizamientos, lo que podía ser catastrófico combinado con los temblores.

En 1910 aparecería, en el volumen XXI de la *National Geographic Magazine*, un artículo de Pittier titulado: *Costa Rica - Vulcan's Smithy*, en español: *Costa Rica - Herrería de Vulcano*, dedicado a dos temas: 1) el volcán Poás, al que llamaba el *geyser* más grande del mundo, e ilustró con magníficas fotografías de José Fidel Tristán y 2) el terremoto de Cartago de 1910, en el que destaca un mapa de la extensión de los daños (Pittier, 1910, *Vulcan's Smithy*). Para entonces, ya no estaba en Costa Rica y lo firmó con la afiliación del U.S. Department of Agriculture, pero con énfasis en los 15 años en que fue director del Instituto Físico-Geográfico Nacional. Doce años más tarde, Pittier cerraría un ciclo geológico-geográfico con Costa Rica, cuando publicó la orografía y la hidrografía de ese país en varios números de la *Revista de Costa Rica*, y en el que dos partes (17 páginas en total) fueron dedicados a los volcanes. De hecho, este trabajo ya había sido publicado previamente en alemán, con el título: *Kostarika: Beiträge zur Orographie und Hydrographie Costa Rica*, en el suplemento N° 175 a las *Comunicaciones de Petermann del Instituto Geográfico de Justus Perthes* y deja ver el interés de Pittier por hacer accesible el conocimiento científico a través de medios locales (Cuadro 2).

El cierre del Instituto Físico-Geográfico Nacional entre 1899-1903 significó el fin de los *Anales* y la aparición del *Boletín del Instituto Físico-Geográfico* (1901-1904) que estaba orientado a temas agrícolas (Solano y Díaz, 2009). Aun así, este boletín fue el canal para publicar los informes sismológicos y vulcanológicos (González Víquez, 1910). Por otro lado, a inicios del XX surgieron más revistas en las que aparecían artículos escritos por Anastasio Alfaro, Gustave Michaud, Paul Biolley, José Fidel Tristán, Ricardo Fernández Peralta, Elías Leiva y Max Rudin. De todos estos autores, el que sobresaldría por su amplia trayectoria de investigación sobre el vulcanismo sería José Fidel Tristán y su dilecto colega, antes su alumno, el Ing. Ricardo Fernández Peralta.

José Fidel Tristán tuvo una prolífica carrera investigativa que lo llevó a realizar 127 expediciones de campo entre 1891 y 1924. De estas solo 26 (~20 %) fueron estrictamente de índole vulcanológica y/o sismológica y las realizó entre 1903 y 1924 (Cuadro 3). En algunas de ellas fue acompañado por Ricardo Fernández Peralta y aunque todas son dignas de resaltar, se puede mencionar una al Rincón de la Vieja en junio de 1922, en la que bautizan uno de sus cráteres con el nombre del naturalista que lo visitó primero:

Ascensión y exploración volcán de la Vieja, efectuadas en inmejorables condiciones. Cráter muy activo del que tomamos numerosas fotografías, varios croquis y notas muy interesantes. Descubrimos tres cráteres antiguos; en uno de ellos estuvo el doctor von Seebach en 1865 y acordamos ponerle el nombre de este explorador alemán. La región toda es desconocida en nuestros anales geográficos. Personalmente

Cuadro 3

Expediciones y publicaciones de José Fidel Tristán Fernández sobre vulcanismo y sismicidad de Costa Rica.

Año	Expediciones (1)	Publicaciones
1903	11 al 15 de febrero: volcán Miravalles.	Tristán, J.F. (1903). Las hornillas del volcán de Miravalles, Boletín de las Escuelas Primarias, 5(5), 25-27.
1904	18 al 21 de octubre: volcán Poás. 28 de enero al 26 de febrero: volcán Miravalles.	Tristán, J.F. (1904). El volcán Miravalles. Páginas Ilustradas, 1(21), 323-327.
1905	21 al 23 de enero: volcán Poás.	Tristán, J.F. (1905). El Poás. Páginas Ilustradas, 1(48), 766-767.
1906	12 al 14 de abril: volcán Poás.	
1909	1 al 4 de mayo: volcán Irazú.	
1910	23 al 26 julio: laguna del Reventado. 5 de junio: Cartago. 5 de mayo: Ochomogo, Tres Ríos, Cartago. 19 de abril: volcán Irazú. 16 de enero: Hornillas del volcán Miravalles, Rincón de la Vieja.	Tristán, J.F., Rudin, A. (1910). Lugares poco conocidos del volcán Irazú, Páginas Ilustradas, 7(244), 4-6. Tristán, J.F. (1910). El volcán Irazú. Magazine Costarricense, 2(1), 54-64
1911	19 de abril: Tierra Blanca. 13 al 16 de abril: Tierra Blanca y Reventado.	Tristán, J.F., Biolley, P., Cots, C. (1911). The Sarchi earthquake. Bulletin of the Seismological Society of America, 2(3), 201-208. https://doi.org/10.1785/BSSA0020030201 Tristán, J.F., Biolley, P. (1911). Registro de temblores 1911. Anales del Centro de Estudios Sismológicos de Costa Rica, 1, 18-32. https://doi.org/10.1785/BSSA0020030201 Tristán, J.F. (1911). El temblor del 21 de junio de 1900. Anales del Centro de Estudios Sismológicos de Costa Rica, 1, 61-62. Tristán, J.F. (1911). Notas sobre el terremoto de Guatuso 10 de octubre de 1911. Anales del Centro de Estudios Sismológicos de Costa Rica, 1, 47-51. Tristán, J.F. (1911). Apuntes sobre el temblor del 25 de agosto. Anales del Centro de Estudios Sismológicos de Costa Rica, 1, 43-45. Tristán, J.F. (1911). Apuntes acerca del antiguo volcán "Reventado". Anales del Centro de Estudios Sismológicos de Costa Rica, 1, 60-65. Tristán, J.F. (1911). Recuerdo de la erupción del volcán Poás del 25 de enero de 1910. Páginas Ilustradas, 8(308), 12.
1912	15-31 de julio: Volcán Irazú.	
1914	20-21 de febrero: volcán Irazú. 26-28 de enero: volcán Irazú.	Tristán, J.F. (1914). El volcán de Miravalles. Boletín de Fomento, 4(3), 157-160. Tristán, J.F. (1914). Telefotografía del volcán Irazú. Pandemonium, 9(113),
1915	4 al 7 de febrero: volcán Poás.	Tristán, J.F. (1915). Recent eruptions of Poas volcano in Costa Rica. Zeitschrift für Vulkanologie, Band II, 140-146.
1916		Tristán, J.F. (1916). The Costa Rica Earthquake of February 27, 1916. Bulletin of the Seismological Society of America, 6(4), 232-235. https://doi.org/10.1785/BSSA0060040232
1917	19 al 22 de diciembre: volcán Irazú. 19 al 20 de octubre: volcán Irazú.	Tristán, J. F. & Fernández, R. (1917). Informe presentado al Sr. Ministro de Instrucción Pública sobre la actividad del volcán Irazú. Publicaciones del Colegio Superior de Señoritas, A(1), 2-14.
1918	2 al 4 de agosto: volcán Irazú.	Tristán, J. F., Fernández, R. (1918, 3 de noviembre). Actualidad científica. La Información. p. 4
1919	15 al 16 de marzo: volcán Irazú. 14 al 16 de febrero: volcán Irazú.	
1920	26 de agosto: volcán Irazú.	
1921		Tristán, J.F. (1921). Apuntes sobre el volcán Rincón de la Vieja. Revista Costa Rica, 2(6), 161-168. Tristán, J.F. (1921). Apuntes sobre el volcán Rincón de la Vieja (conclusión). Revista Costa Rica, 2(7), 193-206. Tristán, J. F., & Fernández, R. (1921). La actividad del Volcán Irazú. Publicaciones del Colegio Superior de Señoritas, A(7), 1-18.
1922	Junio: Volcán Rincón de la Vieja	

Cuadro 3 (continuación)

Expediciones y publicaciones de José Fidel Tristán Fernández sobre vulcanismo y sismicidad de Costa Rica.

Año	Expediciones (1)	Publicaciones
1923		Tristán, J. F. (1923). The activity of volcano Irazú in Costa Rica. <i>Zeitschif für Vulkanologie</i> , 7(2), 93-113.
1924	Marzo: volcán Irazú.	Tristán, J.F. (1924, 16 de septiembre). El Irazú activo. <i>La Tribuna Gran Edición Nacional de 1924</i> , p. 9.
1925		Tristán, J.F. (1925). Calamités au Costa-Rica par des phénomènes géologiques et volcaniques. <i>Matériaux pour l'Etude des Calamités</i> , 2(5), 62-67. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández (CR-AN-AH-FITRIS-000116), San José, Costa Rica.
1932		Tristán, J.F. (1932). El Irazú. En: M. Obregón, <i>Geografía General de Costa Rica</i> (pp. 137-141). Imprenta Lines A. Reyes. 339 pp.

(1) Fuentes: Tristán (1905), Gobierno de la República de Costa Rica (1923, p. 132); Mora et al. (2024).

daremos a Ud. muchísimos datos del mayor interés. Domingo a las seis horas y quince minutos, colosal erupción que estudiamos (Gobierno de la República de Costa Rica, 1923, p. 132).

José Fidel Tristán realizó 25 trabajos sobre vulcanismo y sismicidad (Cuadro 3). Varios de ellos figuran en el primer tomo de los *Anales del Centro de Estudios Sismológicos*, que habían sido creados con el propósito de una mayor difusión y, sobre todo, a un público más experto (González Viquez et al., 1911), empero, sería un ensayo efímero que solo vería publicado un tomo.

En 1910, mientras Pittier publicaba su trabajo sobre el Poás y el Terremoto del 4 de mayo en Cartago (*Costa Rica - Vulcan's Smithy*), José Fidel Tristán hacía de las suyas en una revista local, *Magazine Costarricense*, donde publicó una obra de 11 páginas sobre el volcán Irazú, en el que llega a las siguientes conclusiones:

- 1° El Irazú no ha hecho más que una erupción grande, verdaderamente formidable, la de 1723.
- 2° Las 3 veces que Cartago ha sido destruida, en 1841, 1851 y 1910 el Irazú no ha dado señales de mayor actividad.
- 3° En las diferentes erupciones el Irazú ha arrojado escorias, cenizas, piedras, etc. Sólo en 1888 la erupción fue «gaseosa y acuosa, (Pittier)» [sic].
- 4° Casi todas las erupciones del Irazú y los terremotos han ocurrido en mayo, menos uno.
- 5° Las diferentes destrucciones de Cartago no muestran periodos fijos de años (Tristán, 1910, p. 61).

Se debe precisar que el terremoto de 1851 (28 de marzo) en realidad afectó Alajuela y, en menor grado, San José y Heredia (Morales, 1985) y en el caso de 1888, cuando ocurrió el Terremoto de Fraijanes (30 de diciembre), ningún volcán entró en actividad. Tampoco hace referencia al Terremoto de 1756. Sin embargo, y más interesante aún, es que Tristán rectifica todos estos aspectos 15 años más tarde, en la publicación titulada *Calamités au Costa-Rica par des phénomènes géologiques et volcaniques* publicado en la revista *Matériaux pour l'étude des Calamités de la Société de Géographie de Genève* (Tristán, 1925). Esto refleja el nivel de evolución de las ideas de José Fidel Tristán como resultado de su experiencia y conocimiento acumulado en década y media de trabajo.

Una parte del legado de Tristán también quedó publicado en *La Gaceta Diario Oficial* (Tristán y Fernández, 1917) o en rotativos como *La Información* (Tristán y Fernández, 1918; Cuadro 3). Varios de estos trabajos han sido fundamentales para entender la fase eruptiva entre 1917 y 1921 de ese volcán (Mora et al., 2024), o bien, procesos más recientes, tales como la avalancha de escombros ocurrida en 1994 en el volcán Irazú (Fallas et al., 1994). La investigación científica fue claramente una faceta importante para José Fidel Tristán y nada puede reflejar mejor el cariño que tenía por el trabajo de campo, los volcanes y, sobre todo, sus compañeros, como este pasaje de sus notas escritas en 1919:

Como esta actividad continuara [sic] durante preparé una excursión durante los días 12 y 13 y con el deseo de ver los cambios que se habían operado desde mi última visita, el 13 de Agosto de 1918, preparé una excursión al Irazú, en compañía del Sr. Ing. Ricardo Fernández P [...] Supimos en Cartago que el Sr. Karl Federspiel [sic] y otros señores saldrían para el volcán también la misma noche. Después de esperas, que en estos casos son inevitables, partimos a las 12 y 30 a. m. En realidad el viaje no podía ser más agradable. Buena luna y buenos compañeros (Tristán, 1919, folio 2).

Del mismo modo que José Fidel Tristán abrazaba la investigación, la docencia era una de sus grandes virtudes y no escatimó en transmitir a sus estudiantes su pasión por los volcanes (Fig. 4). Esto se constata, por ejemplo, en sus notas de campo relativas a la primera visita al volcán Poás que realizó en octubre de 1904 con algunos estudiantes del Liceo de Costa Rica:

Sentado, con mis alumnos, en el suelo volcánico, contemplamos en silencio durante largo rato aquel cráter colosal. La vista vagaba de la laguna a las colinas [sic] que en el fondo se levantan y de las rápidas pendientes que forman las paredes del embudo cratérico a la vegetación achaparrada y raquítica que con temor parece ocultarse en las grietas y precaverse de la muerte. Todo está en silencio; una que otra vez alguno de los alumnos pregunta algo, pero el tema [sic] no se continúa; es demasiado imponente el cráter para distraer la atención en otra cosa. Por fin, la idea de llegar al fondo produjo tal entusiasmo que todos animados, principamos [sic] a tratar la cuestión"... "La idea se desvaneció, lo que parecía muy fácil presentaba serias dificultades; el camino de la bajada desconocido y sin guía! Por tener a mi cuidado los alumnos, algunos de ellos demasiado fogosos, resolví no bajar y descansar un rato debajo de los mirtos, antes de ir a la laguna de agua fría (Tristán, 1905, folio 21).

Un relato dirigido a José Fidel Tristán (a petición de él) de un grupo de estudiantes del IV Año B del Liceo de Costa Rica publicado en *El Liceísta*, sobre una excursión que hicieran por su cuenta al volcán Irazú, refleja muy bien el fruto de sus enseñanzas:

Bajo un tupido aguacero nos pusimos en marcha por el camino que pasa por Potrero Cerrado y llegamos a la finca dicho señor [Alfredo] Volio a las 12 y 30 p. m.; ese pedaso [sic] fue penoso para nosotros: por una parte la lluvia y por otra el número de cuestas contribuyó a que nuestros esfuerzos se duplicaran y, por consiguiente, el cansancio. Llegamos, pues, como dijimos, a casa del señor Volio; el mandador --hombre muy amable-- nos dio un lugarcito en ella; allí dormimos con mucho frío y mal cobijados [...] A las 8 y 15 estábamos en la cumbre del pico, de donde podíamos ver la *gran holla* [sic], que es algo maravilloso; en el fondo se veían tres huecos, de uno de ellos, según usted nos informó, vimos salir vapor de agoa [sic, se refieren al agua] condensada, en gran cantidad [...] Lamentamos, señor Director, que pocas sean las personas que visitan nuestros magníficos volcanes. Lo debieran hacer si no por vía de estudio, siquiera por admirar lo que es bello, lo que es agradable (Los alumnos del IV Año B, 1925, pp. 9 y 10).

En julio de 1905 sería el turno de Alberto y Max Rudin junto con Gustave Michaud de ascender al volcán Poás en ocasión de unas erupciones (González Víquez, 1910). El resultado fue un artículo de Alberto Rudin titulado *A visit to the volcano Poas* (Rudin, 1905) que publicó en la revista *Scientific American*, cuya portada fue ilustrada con una fotografía de una de las erupciones del Poás, explicada con el siguiente texto: "*One of the recent great eruptions of the Poas crater of Costa Rica*" (Fig. 5).

En 1910, una nueva actividad eruptiva del Poás reunió a Anastasio Alfaro, Gustave Michaud, Paul Biolley, Jean y Alberto Rudin en una inspección científica a ese volcán el 25 de enero en la que notaron que la actividad eruptiva no era típica de un geysir como se había atribuido anteriormente (Rudin et al., 1910). Alberto Rudin haría también algunas observaciones adicionales en un informe del 12 de marzo de 1910 (González Víquez, 1910). Al mismo tiempo, en el periódico *La Información*, se publicó un informe de Pittier sobre "la ebullición continua del volcán Poás y sus erupciones ordinarias" en el que explica el mecanismo de las erupciones:

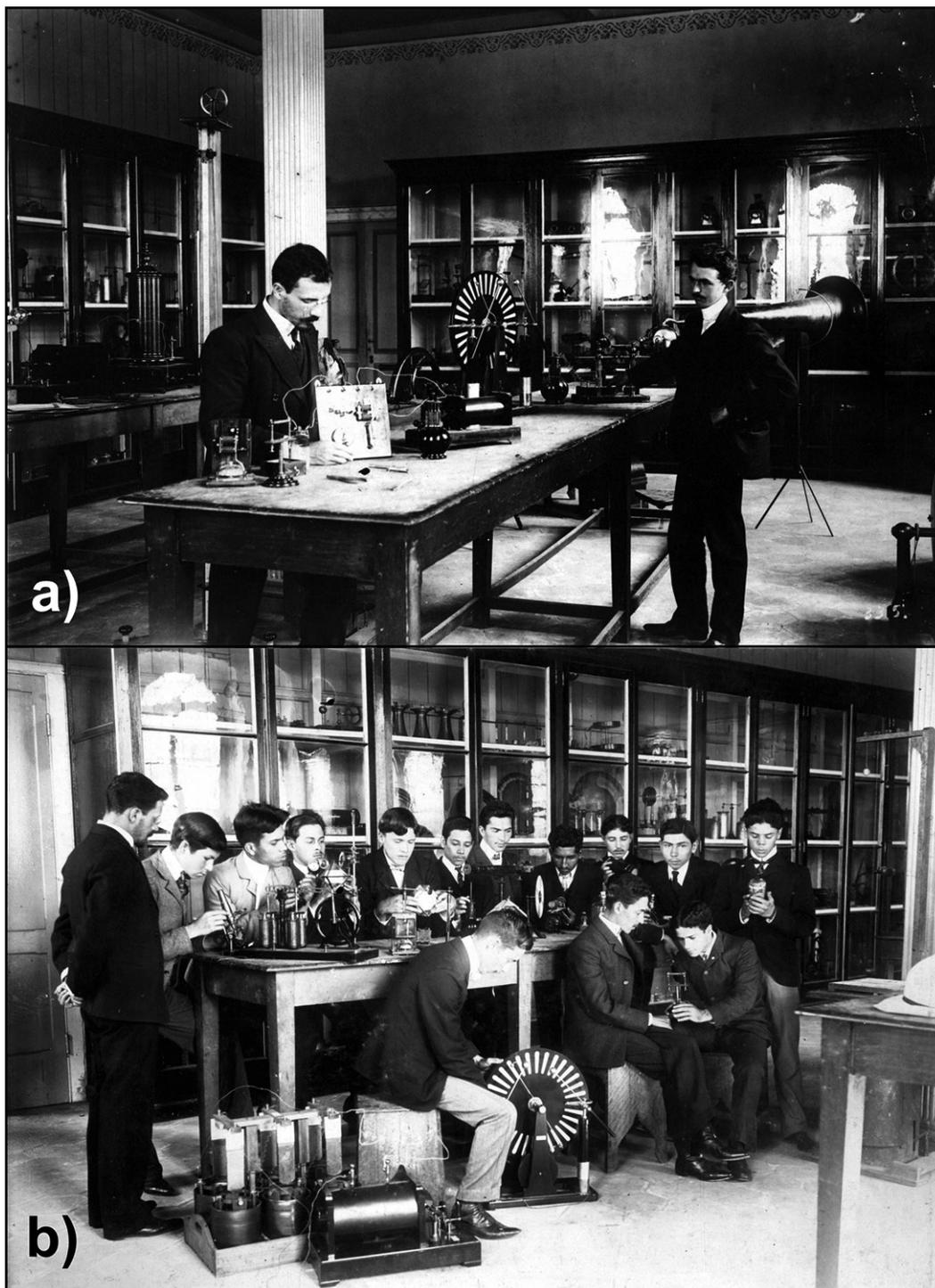
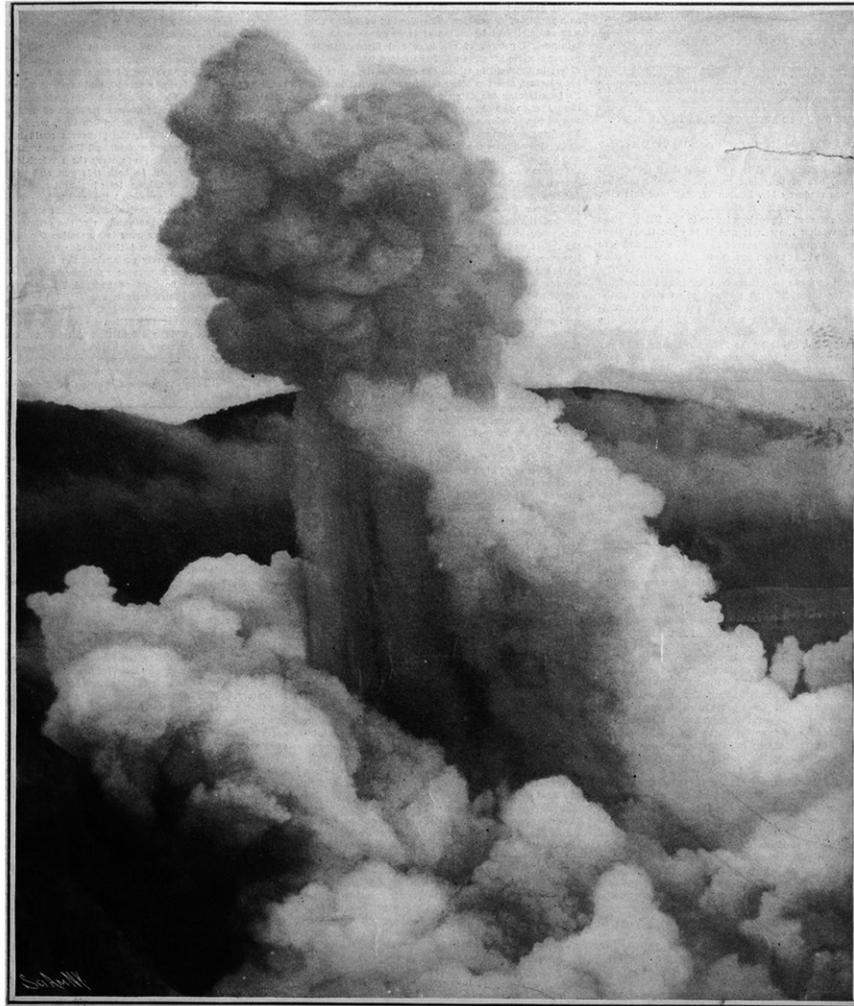


Fig. 4. a) José Fidel Tristán (izquierda) en el laboratorio de Física del Liceo de Costa Rica (Foto: Archivo Nacional CR-AN-AH-FO-009682). b) José Fidel Tristán (de pie, a la izquierda) con un grupo de estudiantes en el laboratorio de Física. Fotografía: Archivo Nacional CR-AN-AH-FO-009686.



ONE OF THE RECENT GREAT ERUPTIONS OF THE POAS CRATER OF COSTA RICA.—[See page 400.]

Fig. 5: Portada de la revista *Scientific American*, volumen 93, número 21, del 18 de noviembre de 1905, en la que se publica una fotografía de una erupción del volcán Poás en 1905 a propósito del artículo de Alberto Rudin titulado *A visit to Poas volcano*. Reproducción con el permiso de *Scientific American* (correo electrónico del 7 de abril de 2024).

Me atrevo a dar la explicación siguiente, que no es nada original: Las aguas y el lodo de la laguna bajan poco a poco por la chimenea hacia el foco volcánica [sic], en el cual solo nos consta el desarrollo de una temperatura elevadísima, cualquiera que sea su origen. Al llegar cerca de ese centro de calor vaporizante las aguas y entran [sic] a desempeñar su papel en aquel extraño laboratorio de la naturaleza"...“Pero a medida que aumentan todos aquellos gases y vapor de agua, aumentan también su tensión”...“Llega por fin el momento cuando la tensión es mucho mayor que la presión ejercida por aquella columna momento en el cual se reproduce la repentina erupción (La Información, 1910, p. 2).

Las primeras tres décadas del siglo XX vieron nacer revistas como *Pandemonium*, *Páginas Ilustradas*, *Boletín de Fomento*, *La Revista de Costa Rica*, y otras publicaciones periódicas del Colegio Superior de Señoritas y del Liceo de Costa Rica. Entre los autores que publicaron en ellas destacan Anastasio Alfaro y Ricardo Fernández Peralta. Entre ambos suman 15 publicaciones relacionadas con procesos volcánicos y sísmicos como primeros autores entre finales del siglo XIX e inicios del siglo XX (Cuadro 4). Anastasio Alfaro, particularmente, compiló sus trabajos en dos libros: *Petaquilla* (Alfaro, 1917) e *Investigaciones científicas* (Alfaro, 1935). Por otra parte, Ricardo Fernández Peralta publicó varios artículos nacidos de sus andanzas con José Fidel Tristán (Cuadro 3) y otras que realizó por su cuenta hacia aquellos volcanes que había sido imposible visitar en el pasado por él o sus predecesores, como es el caso del Miravalles y del Turrialba. A propósito del artículo relativo al Miravalles, José Fidel Tristán exalta la labor de Ricardo Fernández Peralta con las siguientes palabras:

Se me citaron los nombres de algunas personas que habían logrado llegar a la cumbre, pero es lo cierto que no existe ninguna relación completa del cráter del Miravalles y por ese motivo considero de importancia los datos que se publican a continuación, recogidos por el joven explorador Ricardo Fernández Peralta, uno de mis alumnos más trabajadores y entusiastas en el campo de las Ciencias (Tristán, 1914, p. 159).

A su vez Ricardo Fernández Peralta se refería así, acerca de su trabajo en el volcán Turrialba, y donde destaca su labor conjunta con José Fidel Tristán:

Que durante más de medio siglo estuviéramos sin tener conocimiento preciso del Rincón de la Vieja; que desconozcamos el Chirripó Grande, el Arenal y tantos otros cerros y volcanes apagados, es menos penoso que haber estado 22 años sin tener la menor información del Turrialba [...] Tres años hace que el Prof. don J. Fidel Tristán y yo veníamos haciendo tentativas para efectuar un viaje a dicho volcán, pero siempre se nos presentaron inconvenientes que nos obligaron a posponerlo (Fernández, 1921, pp. 110 y 115).

De hecho, el artículo de Ricardo Fernández Peralta titulado *Una visita al volcán Irazú*, basado en una expedición con José Fidel Tristán el 26 de agosto de 1920, y en el que describe los cambios ocurridos en la cima de ese volcán un par de años después del clímax de la fase eruptiva de 1917-1921 (Mora et al., 2024), sería el ocaso de las andanzas conjuntas de esos dos investigadores. Ellos se volverían a encontrar en 1924, para trabajar conjuntamente para investigar los impactos y procesos asociados al Terremoto de Orotina (4 de marzo de 1924). También participaron en la *Gran Edición Nacional de La Tribuna* publicada el 16 de septiembre de 1924, en la que José Fidel Tristán publicó un trabajo sobre el Irazú (Cuadro 3) y Ricardo Fernández Peralta otro sobre el volcán Turrialba (Cuadro 4). Ricardo Fernández Peralta tendría una última aparición en la escena académica en la segunda mitad del siglo XX, cuando se convirtió en asesor del Instituto Geográfico Nacional en 1966 (Barrantes, 1975), y publicó en el *Informe Semestral* cinco trabajos sobre el estado de los volcanes y uno específicamente sobre la actividad eruptiva del Poás en 1953.

En las revistas de la primera mitad del siglo XX se evidencia el interés porque el conocimiento que se había publicado en el exterior se diera a conocer en el país. Entre ellas figura una síntesis corta de Anastasio Alfaro, basada en un trabajo de J. Romanes, sobre las rocas ígneas de Costa Rica, que abre de la siguiente forma:

El carácter volcánico del suelo centroamericano se ha reconocido por todos los exploradores expertos, y aunque sobre Costa Rica sólo han publicado ojeadas rápidas, abarcando a grandes rasgos la conforma-

Cuadro 4

Publicaciones de Anastasio Alfaro y Ricardo Fernández Peralta sobre vulcanismo y sismicidad de Costa Rica entre 1887 y 1950.

Año	Publicaciones
1896	Alfaro, A. (1896). Ascensión al volcán Irazú. <i>La Revista Nueva</i> , 3(1), 70-72.
1905	Alfaro, A. (1905). Ascensión al volcán Irazú. <i>Páginas Ilustradas</i> , 2(72), 1138-1139.
1910	Alfaro, A. (1909). El cráter activo. <i>Páginas Ilustradas</i> , 7(234), 4258. Alfaro, A. (1909). El cráter muerto. <i>Páginas Ilustradas</i> , 7(234), 2459.
1911	Alfaro, A., Michaud, G., Biolley, P. (1911). Informe sobre las últimas erupciones del Poás. <i>Boletín de Fomento</i> , 1(7), 533-539. Alfaro, A. (1911). Comprobaciones geológicas. <i>Boletín de Fomento</i> , 1(2), 120-131. Alfaro, A. (1911). El terremoto de Toro Amarillo. <i>Páginas Ilustradas</i> , 8(302), 6-9. Alfaro, A., Michaud, G., Biolley, P. (1911). Informe sobre el terremoto de Toro Amarillo, Grecia. <i>Anales del Centro de Estudios Sismológicos</i> , 1, 35-41.
1913	Alfaro, A. (1913). Las rocas volcánicas de Costa Rica. <i>Boletín de Fomento</i> , 3(8), 549-555.
1914	Fernández Peralta, R. (1914). Ascensión al volcán de Miravalles. <i>Boletín de Fomento</i> , 4(3), 160-171.
1920	Fernández Peralta, R. (1920). En busca de un nuevo volcán. <i>Revista de Costa Rica</i> , 1(11), 325-333.
1920	Fernández Peralta, R. (1920). Una visita al volcán Irazú. <i>Revista de Costa Rica</i> , 2(2), 42-47.
1921	Fernández Peralta, R. (1921). Un volcán olvidado. <i>Revista de Costa Rica</i> , 3(4-5), 110-120.
1923	Fernández Peralta, R. (1923). El volcán Orosi. <i>Revista de Costa Rica</i> , 4(6), 92-97. Fernández Peralta, R. (1923). El volcán Orosi. <i>Revista de Costa Rica continuación</i> , 4(7), 103-106.
1924	Fernández Peralta, R. (1924, 16 de septiembre). El volcán Turrialba. <i>La Tribuna Gran Edición Nacional de 1924</i> , p. 26. Alfaro, A. (1924). El volcán Viejo. <i>Revista de Costa Rica</i> , 5(5), 130-133.

ción geológica del país, las rocas ígneas, las lavas volcánicas, las tufas [sic, se refiere a las tefras] y las escorias se pueden observar en diversos lugares, como testimonios evidentes de las conmociones sucesivas, durante miles de años. El lecho de los ríos, los desfiladeros de las cordilleras, las conchas marinas aprisionadas en tufas [sic] a más de mil metros de altitud sobre el nivel del mar, todo pone de manifiesto la existencia de un suelo lleno de actividad y vida (Alfaro, 1913, p. 549).

En 1908 Lloret Bellido tradujo para *Páginas Ilustradas*, unos párrafos del artículo de André Dumesnil publicado en la revista *La Nature Revue des Sciences et de leurs Applications aux Arts et à l'Industrie* en 1906, titulado: *Le volcan Poas dans l'État de Costa-Rica* (Bellido, 1908; Dumesnil, 1906). Lo mismo haría Ricardo Fernández Guardia con un texto de Paul Serre del Sagüès titulado *Costa Rica País de Volcanes y Temblores de Tierra* que publicó en la *Revista de Costa Rica* (Guardia, 1920). En 1912 *Páginas Ilustradas* tradujo un trabajo de Karl Sapper sobre los principales eventos volcánicos y sísmicos en América Central durante el primer decenio del siglo XX (Sapper, 1912) y en 1947 aparecieron en la *Revista del Instituto de Defensa del Café* traducciones del trabajo de Lohmann y Schaufelberger (1934) por Gabriel Dengo sobre la cordillera de Talamanca y el valle del Reventazón y de Hoffmann (1953) sobre una excursión al volcán de Cartago por José Dávila Solera.

De la visita de Sapper en 1924 quedaron dos artículos publicados en la *Revista de Costa Rica*: uno sobre la conferencia que impartió y otro en el que mezcla una breve reseña sobre el Instituto Físico-Geográfico Nacional y temas de conservación del recurso hídrico (Sapper, 1924b). También dejó un manuscrito titulado *Los efectos geográficos de los terremotos y erupciones volcánicas* el cual dedicó a Miguel Obregón y José Fidel Tristán pero que no se publicó (Sapper, 1924c). Además, Sapper publicó los resultados de la gira al volcán Irazú en un artículo en alemán (Sapper, 1926) y, un breve extracto, en su libro *Los volcanes de la América Central* que fue reproducido en la *Revista Conservadora del Pensamiento Centroamericano* (Sapper, 1967). Finalmente, en 1943, José Francisco Trejos Quirós publicó una traducción realizada por José Dávila del libro de Karl Sapper titulado: *Viajes a varias partes de la República de Costa Rica 1899 y 1924*, como parte de su colección Biblioteca Patria, que contiene la narración de su viaje en 1924 y la reproducción de la conferencia que impartió (Sapper, 1943). Lo cierto del caso es que se crearon muchas expectativas de la visita de Sapper con respecto al Terremoto de Orotina, pero sus objetivos científicos no estaban en función de ello. No obstante, y pese a que todo fue publicado en el extranjero, es incuestionable el

legado de Sapper para la geología y la vulcanología en Costa Rica, lo que ha sido plasmado por Alvarado y Denyer (2012) en un libro dedicado al “sabio”, tal y como se le llamó a Sapper en su última visita al país (Diario de Costa Rica, 1924a). Vale rescatar las siguientes palabras de Sapper durante una entrevista en las oficinas del periódico *La Tribuna*, en marzo de 1924: “De la tierra, amigo mío, apenas si conocemos la superficie en que nos movemos y es muy poco conocer. Tan sólo ahondamos en ella para abrir las minas y sin embargo, cuando el observador penetra a las minas con ojos de geólogo, se da cuenta de cómo es la tierra de complicada y de cómo hay que seguirla estudiando incansablemente” (La Tribuna, 1924a, p. 4).

En 1929 entraría en escena un tercer grande de la geología, Paul Schaufelberger. Él publicó 15 artículos en los que desarrolla temas geovulcanológicos (estratigrafía, vulcanología física, plutonismo y geomorfología), recursos geológicos (fuentes termales, aguas subterráneas y suelos), sismicidad y actividad volcánica (Cuadro 5). Parte de esta obra fue analizada por Peraldo et al. (2007).

El artículo *Apuntes de Geología 7: Algunas nociones sobre Terremotos y Temblores en Costa Rica* que escribió con Emel Jiménez es muy interesante, ya que explica los distintos tipos de temblores (Schaufelberger y Jiménez, 1933): 1) volcánicos y eruptivos, los primeros con focos profundos y relacionados directamente con el “depósito magmático” y los segundos con focos más superficiales claramente asociados con erupciones volcánicas; 2) los tectónicos relacionados con las montañas de fractura o de pliegues y 3) por hundimientos consecuencia de la acción del agua subterránea o de los volcanes. También los autores reconocen el poco conocimiento que había en ese momento sobre los procesos sísmicos y volcánicos y creían necesario investigar dos cosas: 1) si había diferencia entre los sismos eruptivos producidos en la chimenea principal de aquellos que se producían en los “conos secundarios y parásitos de los flancos” y 2) si el comienzo de los fenómenos eruptivos visibles estaban relacionados con sismos de bastante intensidad.

Al analizar la obra de Schaufelberger es posible dividir su trayectoria en dos etapas. La primera, entre 1929 y 1933, dedicada fundamentalmente a la docencia y en la que publica en revistas educativas tales como *El Maestro*, *Estudios*, *La Escuela Costarricense*, *Publicaciones del Liceo de Costa Rica*. La segunda, a partir de 1934, dedicada a la jefatura de la Sección de Geología en el Centro Nacional de Agricultura en la que se enfoca en la investigación utilitaria y publica sobre temas más aplicados de la geología en la *Revista del Instituto de Defensa del Café*. También es notable la vocación de Schaufelberger por la socialización de sus investigaciones, como lo hizo al publicar en el *Diario de Costa Rica* su trabajo sobre los manantiales y fuentes termales sin escatimar en texto ni gráficos (Schaufelberger, 1931) (Fig. 2c) o bien por informar a la prensa en caso de crisis, como ocurrió con el volcán Irazú en 1933 (La Hora, 1933) y una sismicidad en Guanacaste que atribuía al Rincón de la Vieja en 1932 (La Tribuna, 1932b).

En el trabajo titulado *Un estudio elemental de la geología de Costa Rica*, publicado en la revista *La Escuela Costarricense* en 1932 (Cuadro 5), Schaufelberger manifiesta ese espíritu docente a través de un texto muy sencillo y didáctico, en el que da importancia central al trabajo de campo, ya que es “la base para comprender cómo las fuerzas geológicas trabajan y cambian constantemente el aspecto de la tierra” (p. 6) y se interesa porque el estudiantado conociera la literatura científica de la época, de modo que dicho trabajo lo propuso como una introducción y “preparación para leerlas y entenderlas; al explicar los términos técnicos, se da la clave para la lectura de la literatura especial de geología” (Schaufelberger, 1932, p. 7). Este trabajo abarca temas sobre las rocas ígneas, vulcanismo y las fuentes termales.

El trabajo de Schaufelberger no pasó desapercibido, tal y como se manifiesta en una noticia de *La Prensa Libre*, donde se anunció el libro *Anuario General de Costa Rica* y se refiere al capítulo de geología de la siguiente manera: “... indiscutiblemente, lo más importante de la obra consiste en los estudios geológicos de Costa Rica, hechos por expertos en la materia, como es el doctor Schaufelberger...” (La Prensa Libre, 1934, p. 6). Este trabajo corona en buena parte la labor de Schaufelberger, quien insistía en la necesidad de que Costa Rica contara con un mapa geológico, tal y como lo hizo ese mismo en un trabajo previo publicado en la *Revista del Instituto de Defensa del Café* y en el que publica su mapa geológico de Costa Rica basado en otros existentes como uno de Sapper y eventualmente también el de Gabb (Schaufelberger, 1934). Para la época, este mapa manifestaba un conocimiento geológico que había avanzado mucho desde que Sapper había publicado su mapa treinta años atrás y con muchos vacíos, como lo indica Schaufelberger (1934), y también acorde con los recursos disponibles y desarrollo científico e institucional del momento. Un detalle interesante es la propuesta del basamento ígneo del Valle Central (Fig. 6a y b). Actualmente, la geología de Costa Rica se manifiesta muy diferente, gracias a casi un siglo de conocimiento que progresivamente se fue desarrollando desde los trabajos de Schaufelberger hasta el nacimiento de la Escuela Centroamericana de Geología en la Universidad de Costa Rica, así como otras instituciones (Fig. 6c).

Cuadro 5

Publicaciones de Paul Schaufelberger sobre geología, vulcanismo y sismicidad de Costa Rica.

Año	Tema	Publicaciones
1929	Cuadros de características de los minerales y rocas, estratigrafía de Costa Rica, intensidad sísmica. Un perfil del volcán Poás a Patarrá y un mapa geológico. Descripción de rocas ígneas, historia geológica de Costa Rica.	Schaufelberger, P. (1929). Tablas Mineralógicas y Geológicas de acuerdo con el Programa para la Segunda Enseñanza. Librería e Imprenta Universal. 12 pp. Schaufelberger, P. (1929). Un perfil del Pacífico al Atlántico. Revista del Colegio Superior de Señoritas, 1(10), p. 2-12.
1931	Vulcanismo y fuentes termales.	Schaufelberger, P. (1931, 5 de julio). Examen de algunos manantiales de las cordilleras. Diario de Costa Rica, p. 14. Schaufelberger, P. (1931). Cráteres parásitos del macizo volcánico. Estudios, 1(3), 20-24. Schaufelberger, P. (1931). Cráteres parásitos del macizo volcánico. Estudios, 1(4), 3-9. Schaufelberger, P. (1931). El origen de las fuentes termales y minerales de la Meseta Central. El Maestro, 5(9), 227-232.
1932	Geología, tectónica, rocas ígneas y sedimentarias, vulcanismo, fuentes termales y minerales.	Schaufelberger, P. (1932). Un estudio elemental sobre la geología de Costa Rica. La Escuela Costarricense, 1(3), p. 3-33. Schaufelberger, P. (1932). Apuntes de Geología: La historia del Valle del Río Grande de Tárcos. Ciencia, 4(27), 8-10. Schaufelberger, P. (1932). Über einige Mineral- und Thermalquellen von Costa Rica. Eclogae Geologicae Helvetiae, 25(1), 139-162.
1933	Explicación general sobre el origen de los temblores (por hundimiento y volcánicos), sismos de 1933, sismos de 1910, área de percepción de los y efectos de los terremotos. Geología, rocas ígneas y sedimentarias, manantiales.	Schaufelberger, P., Jiménez, E. (1933). Apuntes de Geología 7: Algunas nociones sobre Terremotos y Temblores en Costa Rica. Publicaciones del Liceo de Costa Rica, 15, 1-31. Schaufelberger, P. (1933). Algunos datos sobre la geología de San Ramón y sus alrededores. La Escuela Costarricense, 2(9), p. 3-33.
1934	Estratigrafía, rocas volcánicas, tectónica, geomorfología, hidrografía. Geología de Costa Rica: rocas ígneas, minería en los Montes del Aguacate, estratigrafía, tectónica, los volcanes de Costa Rica, sismicidad. Geología de Costa Rica, mapa geológico, perfiles geológicos, tectónica.	Schaufelberger, P. (1934). Un estudio geológico de la Meseta Central-Occidental. Revista del Instituto de Defensa del Café, 1(2), 148-160. Schaufelberger, P., (1934). Reseña Geológica de Costa Rica. En: L. Bergna, A. Zen (Eds.), Anuario General de Costa Rica (pp. 219-234). Instituto de Defensa del Café. Imprenta Borrásé Hermanos. Schaufelberger, P. (1934). La necesidad de un mapa geológico de Costa Rica y su importancia para industria cafetalera. Revista del Instituto de Defensa del Café, 1(1), 30-34.
1947	Estratigrafía y descripción de rocas y estructuras volcánicas.	Lohman, W., Schaufelberger, P. (1947). Notas sobre la Cordillera de Talamanca y el Valle del Reventazón. Revista del Instituto de Defensa del Café, 17(149), 580-584.

Con la partida de Schaufelberger en el epílogo de los treinta, se abrió la puerta a un cuarto exponente de la geología en Costa Rica, César Dóndoli, quien vendría a ser el puente entre el tortuoso y maltrecho camino que recorrió la geología en la primera mitad del siglo XX y la institucionalización de dicha ciencia en la segunda mitad de ese siglo. La obra de César Dóndoli está marcada por su orientación a los georrecursos, dado su interés por la minería (metálica y no metálica), el uso del suelo en función de su origen geológico para aplicaciones agronómicas, el aprovechamiento del agua subterránea y del petróleo, entre otros aspectos (Cuadro 6). No en vano fue el promotor del Código de Minería (Gobierno de Costa Rica, 1953) y del contrato petrolero con la Union Oil Company of America lo que finalmente precipitó la creación del Departamento de Geología, Minas y Petróleo del Ministerio de Agricultura e Industrias (Gobierno de la República de Costa Rica, 1952, p. VIII; Gobierno de la República de Costa Rica, 1953, p. 73-80; Castillo, 1979). Por esta razón, la mayor parte de la obra académica de Dóndoli publicada entre 1939 y 1953, aparece en revistas especializadas, tales como el *Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura*, la revista *Suelo Tico*, la *Revista del Instituto de Defensa del Café*, y *Educación* (Cuadro 6). En suma, Dóndoli dedicó parte de sus artículos a la cartografía geológica y la estratigrafía del Valle Central y los condensa en un

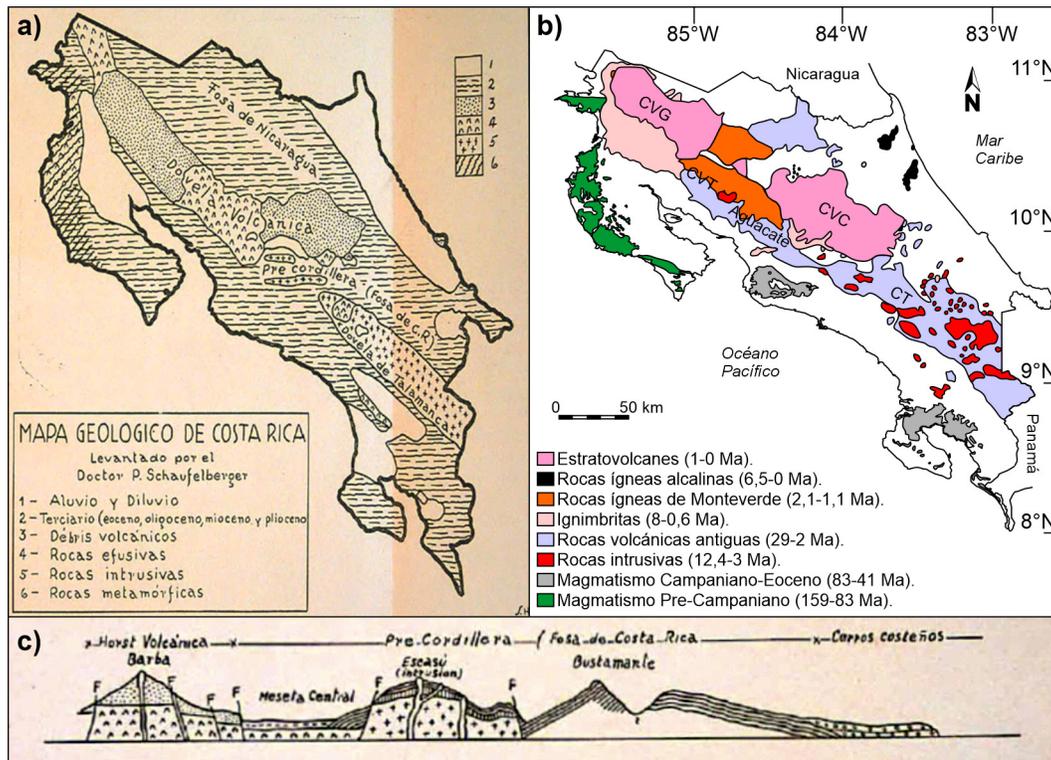


Fig. 6: a) Mapa geológico de Costa Rica y c) perfil geológico elaborados por Schaufelberger (1934). b) Mapa geológico simplificado de Costa Rica, modificado de Alvarado y Gans (2012).

informe técnico de 1953 titulado *Estudio geológico y mineralógico-pedológico de la región oriental de la Meseta Central*, escrito en conjunto con el Ing. José A. Torres (Cuadro 6). Dóndoli también fue el primer geólogo en publicar, a nivel nacional, descripciones petrográficas de rocas ígneas por medio de un microscopio petrográfico (Dóndoli, 1940b, 1940c).

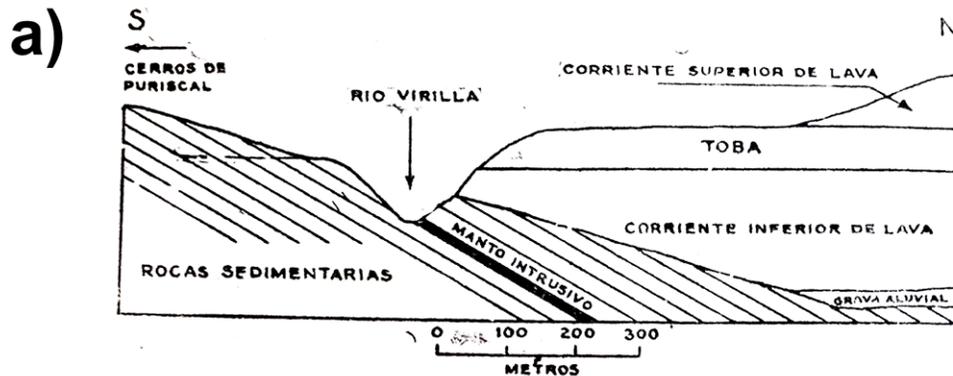
En 1940, el geólogo Irving Crosby describió dos gruesas coladas de lava (ambas andesitas), separadas por “un grueso manto de toba” con lentes de obsidiana y pómez, en la margen norte del río Virilla (Crosby, 1942) (Fig. 7a). Dicho trabajo de Crosby fue traducido por el Ing. Federico Gutiérrez en 1945 para el *Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura*. Dóndoli (1949, 1950) describió una secuencia similar de lavas sobreyacidas por tobas en los tajos del río Virilla (entre San José y Heredia) y de Colima (Fig. 7b), la cual fue luego estudiada con más detalle por Williams (1952). A esta secuencia se le conoce actualmente como la Formación Colima, con sus miembros Superior (Linda Vista) e Inferior (Belén), separados por el miembro Puente de Mulas (ignimbrita), seguida por la ignimbrita de la Formación Tiribí, que en ciertos sectores se encuentra en contacto directo con la ignimbrita de Puente de Mulas (Fig. 7c) (Arredondo y Soto, 2006). Esta nomenclatura fue inicialmente propuesta por Fernández (1969) en avance a lo propuesto por Williams (1952) y retomada por Echandi (1981). Estas formaciones son ampliamente conocidas por su valor económico industrial como agregados de construcción y como fuentes de recurso hídrico subterráneo (Arredondo y Soto, 2006; Kusssmaul, 2000; Schosinsky y Vargas, 2001). Desde el punto de vista de la historia geológica de Costa Rica, las ignimbritas, particularmente, son la evidencia de etapas explosivas donde la más antigua se remonta a unos 500 ka y se interpreta que ambos episodios tendrían su origen en el macizo del volcán Barva (Arredondo y Soto, 2006). La figura 8 muestra la comparación entre la interpretación de Dóndoli (1941) sobre el volcán Barva y cómo se concibe actualmente (Arredondo y Soto, 2006).

Una vez superada la etapa de institucionalización de la geología, Dóndoli se enfocó en la necesidad de formar profesionales en esa disciplina, lo que lo condujo a fundar la Escuela Centroamericana de Geología en la Universidad de Costa Rica

Cuadro 6

Publicaciones de César Dóndoli sobre geología, vulcanismo y sismicidad de Costa Rica.

Año	Tema	Publicaciones
1939	Actividad sísmica y volcánica	Dóndoli, C. (1939). Algunas observaciones sobre los temblores de Costa Rica. <i>CNA Revista Agrícola</i> , (7-8-9), 329-332.
1940	Descripción petrográfica de una roca ígnea.	Dóndoli, C. (1940). Las rocas de Costa Rica: Determinación y estudio petrográfico. <i>Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura</i> , 32, 3-9.
	Descripción petrográfica de una roca ígnea.	Dóndoli, C. (1940). Las rocas de Costa Rica: Determinación y estudio petrográfico. <i>Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura</i> , 5(2), 73-78.
1941	Describe rocas sedimentarias e ígneas que son aprovechables.	Dóndoli, C. (1941). Piedras ornamentales de Costa Rica: mármoles y granitos. <i>Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura</i> , 37, 3-10.
	Estratigrafía, rocas ígneas, aguas subterráneas.	Dóndoli, C. (1941). Ojo de Agua y sus alrededores. <i>Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura</i> , 36, 3-10.
	Descripción de galena en Salitral en filones de origen hidrotermal.	Dóndoli, C. (1941). Los minerales de Costa Rica. <i>Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura</i> , 34, 3-7.
1943	Breve esbozo geomorfológico y geológico general del Valle Central. Se describen someramente las rocas ígneas y sedimentarias.	Dóndoli, C. (1943). Visión rápida geoagronómica de la Meseta Central. <i>Revista del Instituto de Defensa del Café</i> , 13(105), 461-463.
	Rocas ígneas, suelos de origen volcánico, mejoramiento físico mediante material andesítico molido.	Dóndoli, C. (1943). Relación entre el terreno y la roca. <i>Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura</i> , 45-46, 4-7.
	Breve esbozo geomorfológico y geológico general del Valle Central. Se describen someramente las rocas ígneas y sedimentarias.	Dóndoli, C. (1943). Vista rápida geoagronómica de la Meseta Central. <i>Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura</i> , 45-46, 2-3.
1945	Describe rocas sedimentarias e ígneas que son aprovechables.	Dóndoli, C. (1945). Piedras ornamentales de Costa Rica. <i>Educación</i> , 141-142, 49-55.
1949	Fuentes termales y análisis geoquímicos del agua.	Dóndoli, C. (1949). Informe geológico preliminar sobre las fuentes de "Agua Caliente". <i>Suelo Tico</i> , 3(15-16), 374-376.
	Geomorfología, descripción de las cenizas para recomendaciones de conservación de suelos y posibilidades mineras.	Dóndoli, C., Torres, J.A. (1949). Observaciones realizadas en ocasión de una visita de estudio a la Finca de La Laguna del Derrumbe. <i>Suelo Tico</i> , 3(13), 79-81.
	Descripción del lacustre y del basamento ígneo subyacente.	Dóndoli, C. (1949). Informe sobre las posibilidades acuíferas en la región de Palmares. <i>Suelo Tico</i> , 2(12), 537-540.
	Estratigrafía y rocas ígneas que afloran en los terrenos entre los ríos Tiribí, Torres y Virilla.	Dóndoli, C. (1949). Informe geológico sobre las posibilidades acuíferas de los terrenos y alrededores de la finca de la Junta de Protección Social, en el Distrito de Pavas. <i>Suelo Tico</i> , 2(11), 450-454.
1950	Estratigrafía, historia geológica, descripción del lacustre y del basamento ígneo subyacente, posibilidades geoagronómicas.	Dóndoli, C. (1950). Zona de Palmares, estudio geoagronómico. <i>Suelo Tico</i> , 4(23), 359-370.
	Estratigrafía, descripción de rocas ígneas y minería no metálica.	Dóndoli, C. (1950). Informe geológico sobre las canteras de Colima y del Río Virilla. <i>Suelo Tico</i> , 4(21-22), 251-252. Dóndoli, C. (1950). Liberia y sus alrededores: Nota Geoagronómica. <i>Suelo Tico</i> , 4(18 y 19), 65-69.
1953	Geología, estratigrafía, geomorfología y suelos.	Dóndoli, C., Torres, A. (1953). Estudio geológico y mineralógico-pedológico de la región oriental de la Meseta Central. Ministerio de Agricultura e Industrias. 180 pp.
1965	Vulcanismo.	Dóndoli, C. (1965). The volcanoes of the central section of Costa Rica. Informes técnicos y notas geológicas, 15-B, 1-7.
1966	Erupción del volcán Irazú.	Murata, K.J., Dóndoli, C., Saenz, R. The 1963-65 eruption of Irazú volcano, Costa Rica (the period of March 1963 to October 1964). <i>Bulletin Volcanologique</i> , 29, 763-793. https://doi.org/10.1007/BF02597194



Corte geológico transversal del cañón del Río Virilla

b) PERFIL DE LOS TERRENOS ENTRE LOS RIOS TIRIBI Y VIRILLA

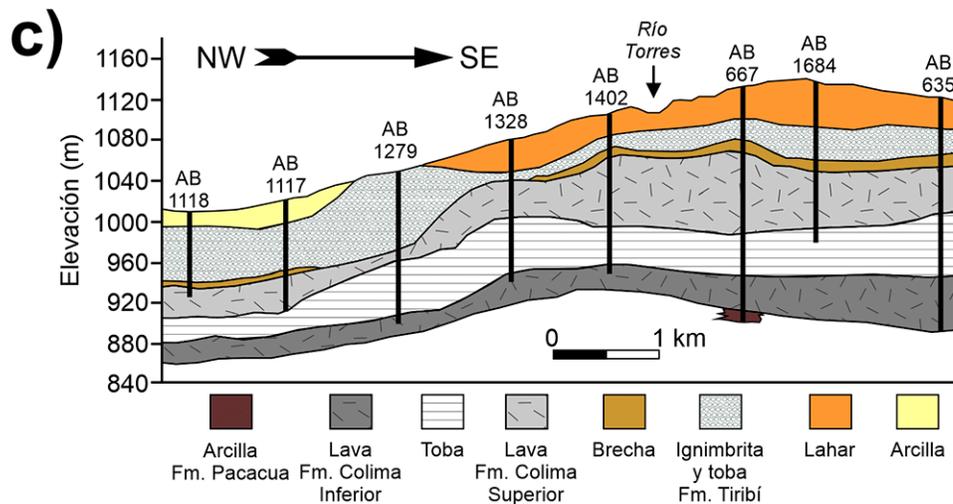
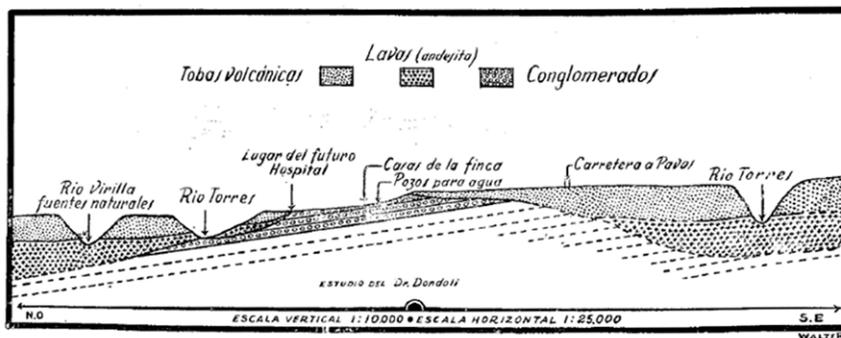


Fig. 7. a) Perfil geológico transversal al cañón del río Virilla de Crosby (1945). b) Perfil geológico transversal a los causes del río Virilla y Torres realizado por Dondoli (1949). Perfil hidrogeológico NW-SE modificado de Schosinsky y Vargas (2001), desde un sector al norte del aeropuerto Tobías Bolaños hasta el sector de Hatillo 1.

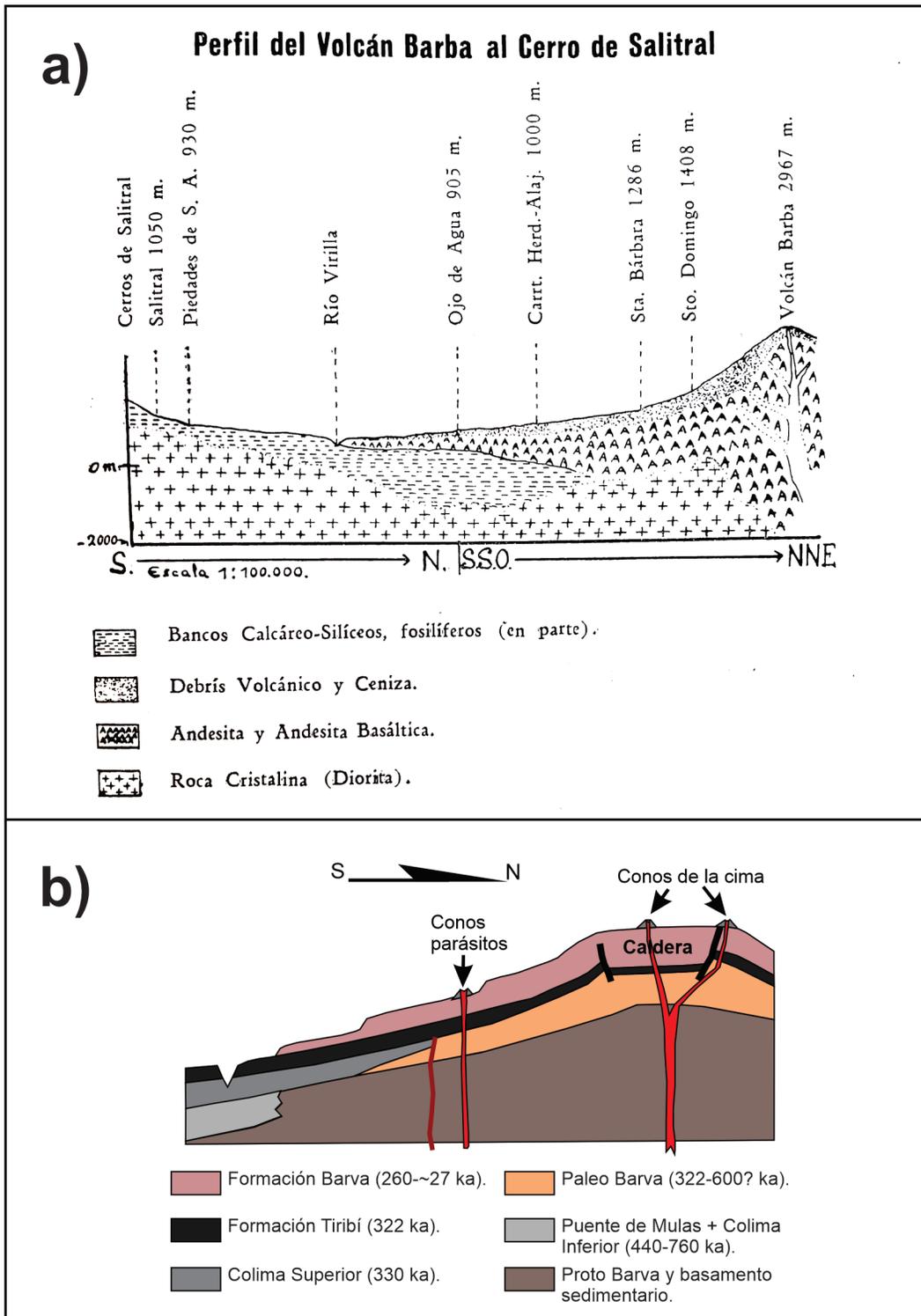


Fig. 8. b) Perfil del volcán Barba al cerro Salitral elaborado por Dóndoli (1941). b) Perfil sur-norte del volcán Barba modificado de Arredondo y Soto (2006).



Fig. 9: Facetas de César Dondoli. a) Fotografía publicada en CNA Revista Agrícola en 1939, por su incorporación a la Escuela y Centro Nacional de Agricultura (CNA, 1939). b) Fotografía de una publicación relativa al Departamento de Geología, que en ese entonces formaba parte del Ministerio de Agricultura (Universidad de Costa Rica, 1954). c) Noticia relativa a una entrevista a César Dondoli y otros expertos sobre la actividad del volcán Irazú (Prensa Libre, 1964, 2 de abril). d) Noticia publicada en noviembre de 1969 en la que Dondoli se refiere al desarrollo minero en Costa Rica y muestra el mapa geológico de Costa Rica (Ramírez, 1969, 24 de noviembre). e) Noticia publicada en noviembre de 1965 en la que Dondoli muestra el nuevo equipo sismológico de la Dirección de Geología, Minas y Petróleo (La República, 1965, 12 de noviembre). f) Noticia publicada en septiembre de 1968 relativa a la actividad minera en Costa Rica y en la que Dondoli muestra algunas muestras de azufre obtenidas en zonas de exploración (Ramírez, 1968, 4 de septiembre).

y, desde allí, propiciar el estudio del vulcanismo y la sismicidad (Castillo y Peraldo, 2000). Surgió así, en la segunda mitad del siglo XX, un Dóndoli más orientado a trabajos académicos, como los realizados con motivo de la actividad eruptiva del Irazú (1963-1965) (Cuadro 6; fig. 9).

1950 al presente

A finales de los cuarenta, con la creación del Instituto Geográfico Nacional vio la luz el *Informe Semestral* (Cuadro 1), que vendría a ser el puente entre la época dorada de las publicaciones culturales, pedagógicas y científicas del epílogo decimonónico y primera mitad del siglo XX, y las revistas científicas especializadas modernas. El *Informe Semestral* se convirtió en el principal medio en donde la nueva afluencia de profesionales en geología y ciencias afines que venían del exterior, para trabajar o colaborar en casas de enseñanza superior y otras instituciones recién creadas, y las primeras generaciones de profesionales en geología y afines, que se formaron a nivel nacional, podían publicar.

Entre los autores extranjeros destaca Richard Weyl (1912-1988), reconocido geólogo alemán de la Universidad de Giessen, quien publicó cinco artículos consagrados a la geología y magmatismo de la cordillera de Talamanca y otros tantos que versan sobre las rocas ígneas de Costa Rica, así como el plutonismo, el vulcanismo y la tectónica de América Central. Más tarde, a finales de los años setenta e inicios de los años ochenta, salieron a la luz en el *Informe Semestral* artículos de autores extranjeros que llegaron a colaborar en la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica, tales como François Rivier, Eric Kuypers y Siegfried Kussmaul, quienes escribieron sobre los cerros de Escazú y la cordillera de Talamanca, el Complejo Ofiolítico de Nicoya y la clasificación petroquímica de las rocas ígneas de Costa Rica, respectivamente.

Además, en el *Informe Semestral*, surgieron trabajos de los primeros geólogos nacionales que laboraban para la Escuela Centroamericana de Geología, tales como Percy Denyer, quien publicó sobre las mineralizaciones de manganeso en los balsos del Complejo de Nicoya, Sergio Paniagua, quien colaboró con Siegfried Kussmaul en el artículo sobre las rocas ígneas de Costa Rica, y Rolando Castillo, quien publicó artículos sobre la geoquímica de las penínsulas de Nicoya y Santa Elena y la cordillera de Tilarán.

Desafortunadamente, el *Informe Semestral* duró solo tres décadas, ya que con la creación de otras universidades públicas como la Universidad Nacional de Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica surgieron nuevas revistas científicas especializadas, como la *Revista Geográfica de América Central* y la *Revista Ciencia y Tecnología*, en 1974 y 1977, respectivamente. Poco tiempo después surgió el *Boletín de Vulcanología* (1978), editado por el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica de la Universidad Nacional, que duraría poco más de una década y, a inicios de los años ochenta, surgirían *Tecnología en Marcha* (1982) y la *Revista Geológica de América Central* (1984), ambas en la Universidad de Costa Rica. Esta última revista se convertiría en uno de los principales receptáculos de artículos geológicos producidos a nivel nacional. Finalmente en el Instituto Costarricense de Electricidad surgió un homólogo del *Boletín de Vulcanología*, que primero se llamó el *Boletín del Observatorio Vulcanológico del Arenal* y luego pasó a ser el *Boletín del Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Arenal y Miravalles* pero que tendría una existencia de 18 años. Estas revistas acapararon el flujo de publicaciones geológicas y temas afines en detrimento del *Informe Semestral*. Aun así, el *Informe Semestral* resucitó entre 1997 y el 2002, sin embargo no pudo continuar y cedió su lugar a la nueva pléyade de revistas especializadas.

También surgieron otras revistas en áreas disciplinares muy distintas a la geológica o geográfica en las que, de forma minoritaria, se publicaron algunos pocos artículos sobre vulcanismo, tales como: *Biología Tropical* (1953-presente) publicada por la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica; *Brenesia* (1972-2016), revista del Departamento de Antropología e Historia del Museo Nacional de Costa Rica; *Vínculos* (1975 al presente) revista de antropología del Museo Nacional de Costa Rica, *Geoistmo* (1987-1997) publicada por la Asociación de Profesionales en Geografía y la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica.

En la muestra de 26 revistas que comprenden el periodo entre 1887 al 2023 se localizaron 527 artículos que versan total o parcialmente sobre la actividad volcánica de Costa Rica y América Central. De ellos, 94 (~18 %) se publicaron entre 1887 y 1950 y 433 (~82 %) se publicaron de 1950 en adelante (Fig. 10). El conjunto total de artículos equivalen a 7444 páginas, de las cuales el 10 % son de los artículos de fines del siglo XIX e inicios del siglo XX, ya que solían ser publicaciones relativamente cortas, con un promedio de 7 páginas y una mediana de 5, en comparación con un promedio de 5 a 18 y mediana de 12 a 15 páginas que tienen las revistas modernas (Fig. 10).

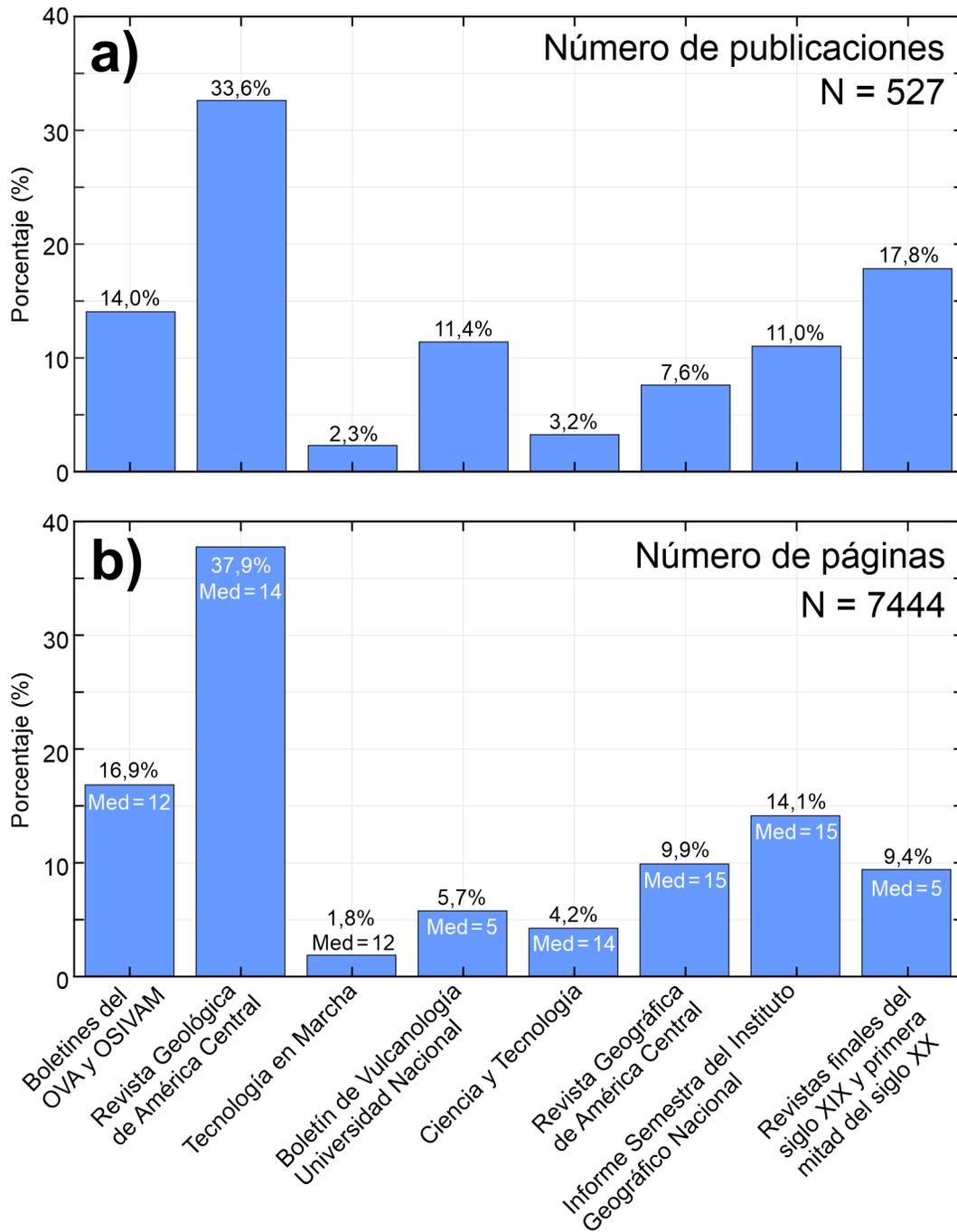


Fig. 10: Histogramas de a) número total de publicaciones y b) número total de páginas sobre vulcanismo publicados por revista. N es el número total de datos y en cada barra se indica, en negro, el porcentaje correspondiente. Med es la mediana del número de páginas en b).

Cuadro 7

Producción de artículos sobre vulcanismo en la Revista Geológica de América Central.

	Total de trabajos publicados	Artículos sobre vulcanismo
Artículos científicos	514	147
Notas técnicas	105	25
Introducciones	6	4
Reseñas	17	2
Total de publicaciones	642	178

Nota: Para efectos comparativos no se consideraron los resúmenes de tesis, comentarios, ni series de mapas.

La *Revista Geológica de América Central*, por su carácter especializado, es la que domina en la cantidad de artículos y número de páginas dedicados al vulcanismo en comparación con las revistas posteriores a 1950 (Fig. 10). Hasta septiembre de 2023 esta revista había publicado 68 volúmenes con 821 artículos, de los cuales 178 (22 %) versa total o parcialmente sobre vulcanismo (Cuadro 7). Cuatro números son dedicados a la vulcanología, a saber los volúmenes 30 (2004), 43 (2010), 48 (2013) y 52 (2015). Por otra parte, se observa un comportamiento oscilante en el número de artículos, donde los máximos corresponden con los volúmenes especiales vulcanológicos, con excepción del volumen especial 52, cuando el máximo se alcanza en el número siguiente (Fig. 11).

Desde el punto de vista temático, casi todas las revistas tienen un 22 % a un 30 % de artículos orientados a la actividad eruptiva y la vigilancia volcánica, con excepción del *Boletín de Vulcanología* y los boletines del *Observatorio Vulcanológico del Arenal* y del *Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Arenal y Miravalles*, en los que más del 60 % de los artículos están dedicados a esos temas. En contraposición, la revista *Ciencia y Tecnología* tiene solo un 6 % (Fig. 12).

El *Informe Semestral* y la revista *Ciencia y Tecnología* dedican un 41 % y 59 % a temas geovulcanológicos, respectivamente, en tanto que en las demás es menor al 28 %, o incluso no hay artículos sobre ese tema, como en la revista *Tecnología en Marcha*. Por otro lado, son las revistas de finales del siglo XIX e inicios del XX junto con la *Revista Geográfica de América Central* las que tienen mayor porcentaje dedicado a trabajos relativos a la historia, geoturismo y cultura ligados al vulcanismo, con un 27 % y un 22 %, respectivamente. La geomorfología volcánica es dominante en el *Informe Semestral* con un 24 %, en comparación con el resto de las revistas. El tema de la amenaza y riesgo volcánico se trata casi equitativamente en la *Revista Geográfica de América Central*, *Ciencia y Tecnología* y la *Revista Geológica de América Central*, entre 14 % y 18 %, con un porcentaje mayor en la revista *Tecnología en Marcha* (33 %). Algo tan específico como los deslizamientos, avalanchas y depósitos epiclásticos se toca solo en la *Revista Geográfica de América Central* y la *Revista Geológica de América Central*, con un porcentaje mayor en la primera. Finalmente, en lo referente a los georrecursos relacionados con actividad volcánica, vemos que tiene un porcentaje interesante de trabajos en las revistas de fines del siglo XIX e inicios del XX (11 %) y es abordado de manera variable en casi todas las demás, con excepción de la *Revista Geográfica de América Central* en la que no se encontraron trabajos sobre ello (Fig. 12). Por otra parte, a finales del siglo XIX y primera mitad del XX, casi todos los volcanes de las cordilleras Central y de Guanacaste llamaban la atención. De ellos, el Irazú y el Poás, eran los que más atraían los reflectores (Fig. 13). En la segunda mitad del siglo XX el volcán Arenal hizo una entrada en escena dramática y mantuvo la atención por 42 años por lo que entre un 13 % y un 70 % de los artículos tratan sobre dicho volcán en las distintas revistas (Fig. 13).

En suma, vemos que los temas relativos a la actividad eruptiva y vigilancia volcánica dominan en la mayoría de los artículos publicados en revistas locales desde finales del siglo XIX y hasta el 2023 (Fig. 14a), en tanto que el volcán Arenal acumula el ~24 % de las publicaciones, seguido de cerca por el Poás (~21 %) y, en tercer lugar, el Irazú (~19 %) (Fig. 14b). Finalmente, un pequeño porcentaje (2-11 %) lo ocupan artículos sobre volcanes de otros países en las revistas de fines del siglo XIX y primera mitad del siglo XX, así como en la *Revista Geográfica de América Central*, el *Boletín de Vulcanología*, *Tecnología en Marcha* y en la *Revista Geológica de América Central* (Fig. 14b).

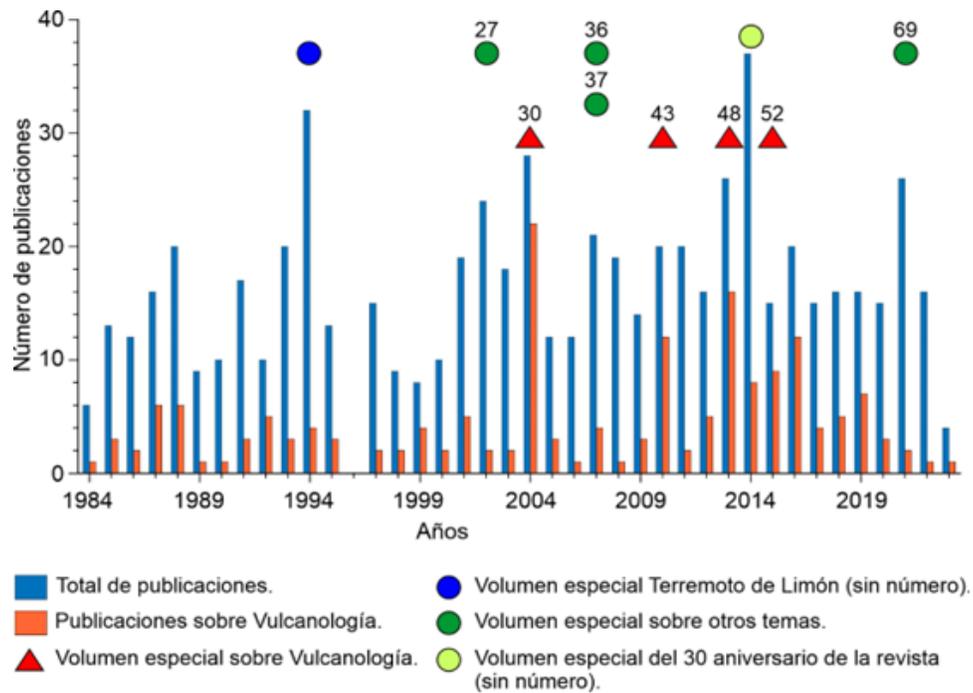


Fig. 11: Histogramas anuales del número artículos total y de los que versan parcial o totalmente sobre sobre vulcanismo publicados en la *Revista Geológica de América Central* entre 1984 y el 2023. Se muestran los distintos volúmenes especiales que se han publicado en esa revista.

Cuadro 8

Distribución del total de autorías y coautorías de los artículos sobre vulcanismo entre 1887 y 2023.

Revista	Periodo	Hombres	(%)	Mujeres	(%)	Total
Boletines del OVA (1) y Osivam (2)	1988-2006	167	92,8	13	7,2	180
Revista Geológica de América Central	1984-presente	370	84,3	69	15,7	439
Tecnología en Marcha	1982-presente	30	90,9	3	9,1	33
Boletín de Vulcanología	1978-1994	151	95,6	7	4,4	158
Revista Ciencia y Tecnología	1977-presente	27	90,0	3	10,0	30
Revista Geográfica de América Central	1974-presente	55	80,9	13	19,1	68
Informe Semestral	1954-1984					
	1997-2002	71	98,7	1,3	72	
Revistas científicas de finales del siglo XIX y primera mitad del siglo XX	1889-1950	94	97,0	3	3,0	97
Total		968	89,6	112	10,4	1077

Notas: (1) Observatorio Vulcanológico del Arenal, (2) Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Arenal y Miravalles.

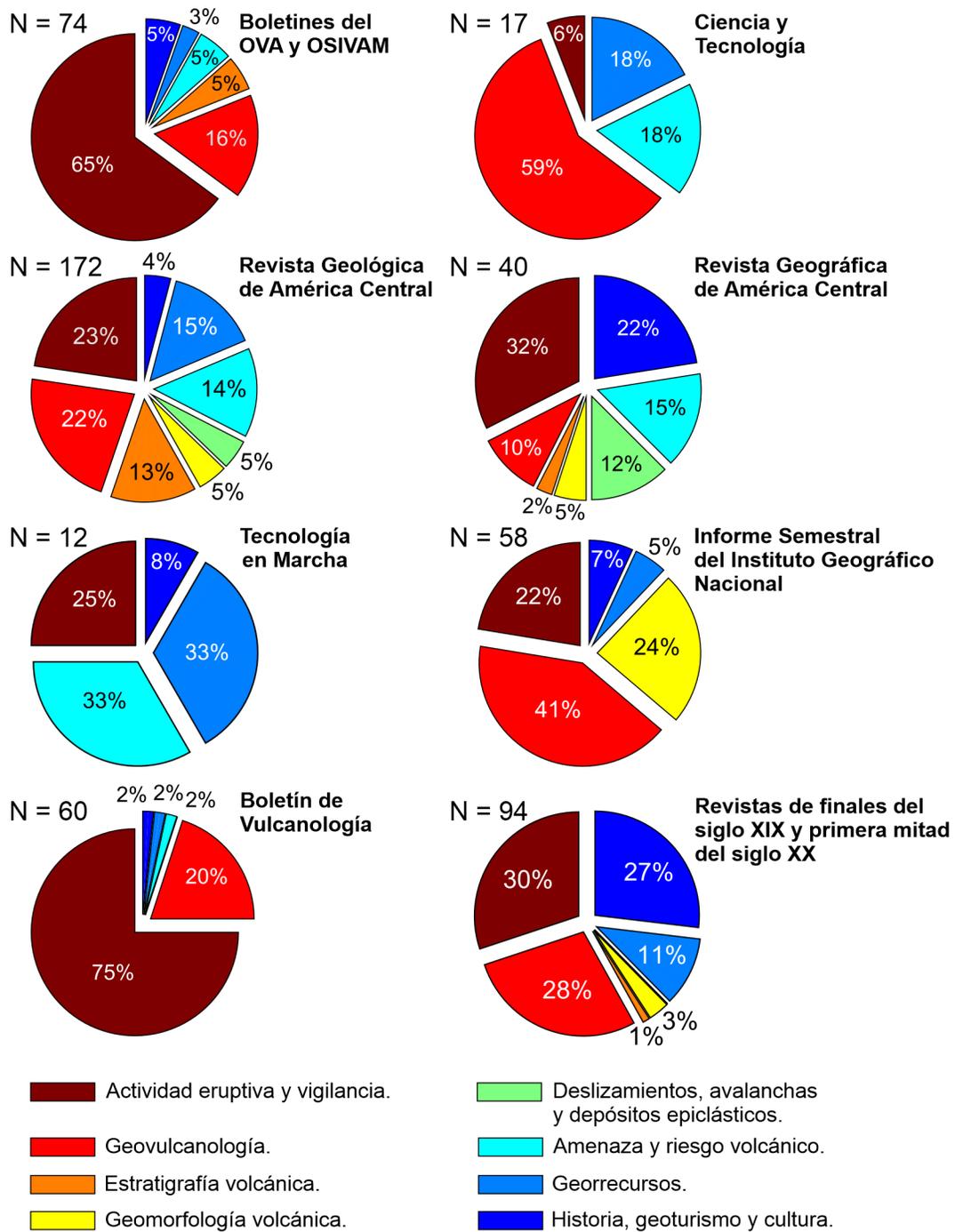


Fig. 12: Distribución porcentual de los artículos sobre vulcanismo publicados entre 1887 y el 2023 en cada revista según la temática específica. N es el número total de artículos.

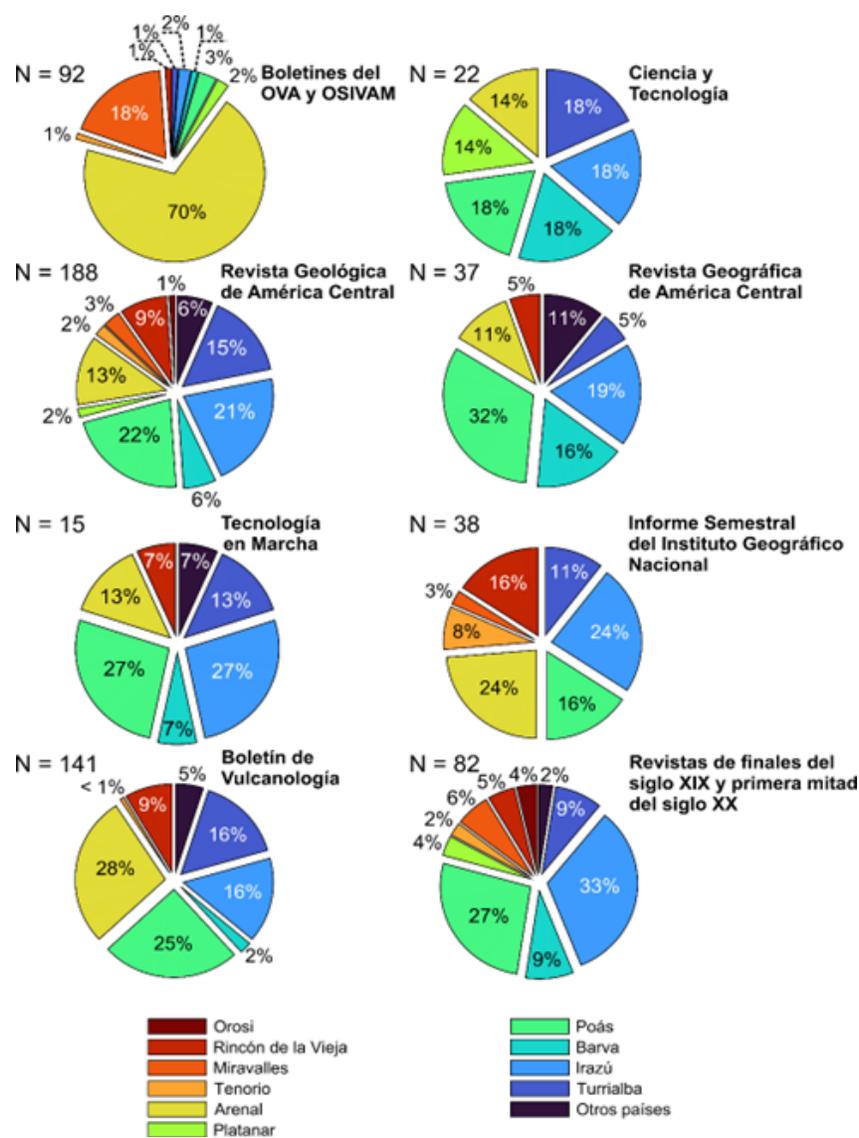


Fig. 13: Distribución porcentual de los artículos publicados en cada revista entre 1887 y el 2023 según el o los volcanes específicos sobre los que versan. N es el número total de artículos.

Análisis de las autorías de los artículos sobre vulcanismo de finales del siglo XIX e inicios del XX por sexo y nacionalidad

Quienes figuraron como personas autoras principales y coautoras de los trabajos científicos sobre vulcanismo a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX fueron casi en su totalidad hombres, en tanto que, a partir de 1950 el panorama cambia y la participación de la mujer científica aumenta, aunque en porcentajes relativamente bajos en cada una de las revistas analizadas, tal y como se aprecia en el cuadro 8.

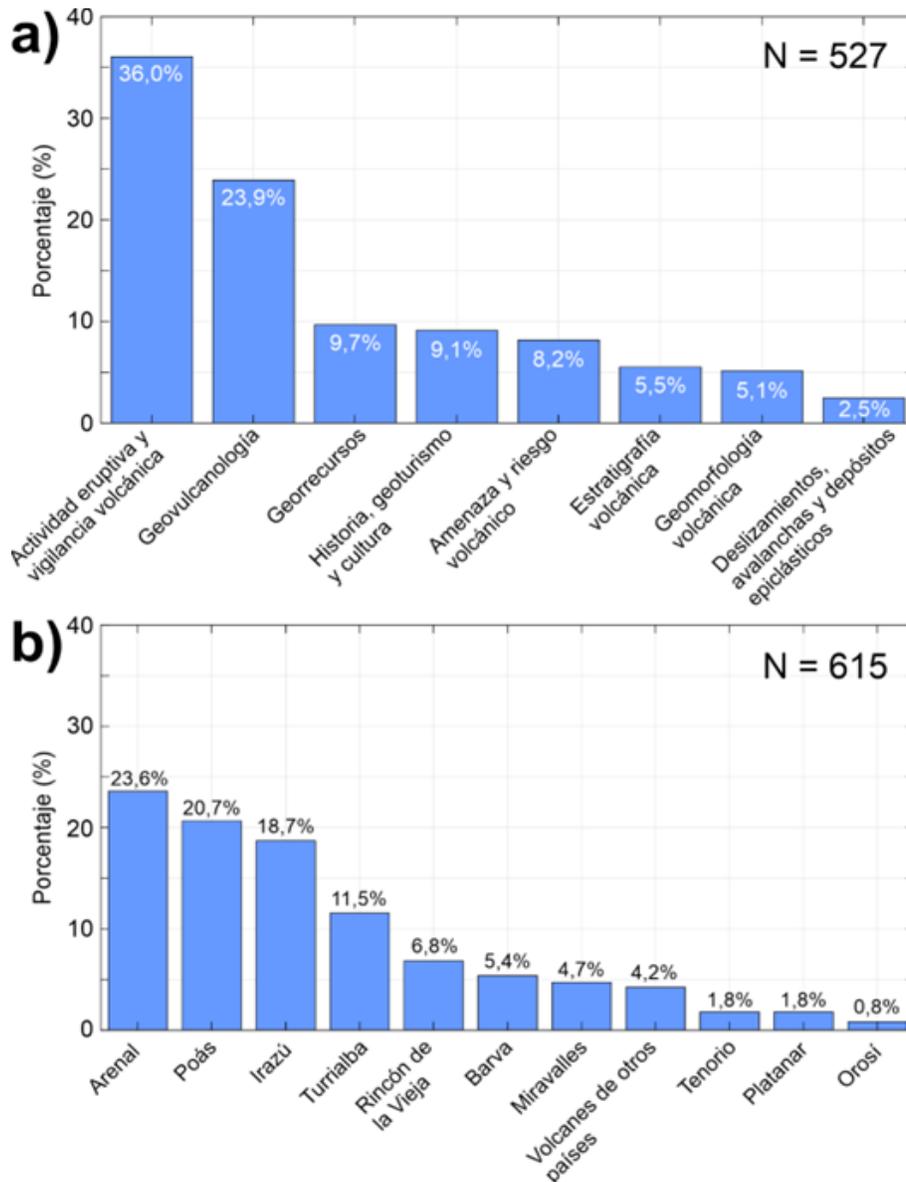


Fig. 14: Histogramas del porcentaje de artículos según a) las temáticas y b) los volcanes sobre los que versan. N es el número total de artículos.

En el caso específico de la *Revista Geológica de América Central*, se observa un leve incremento en la participación de mujeres investigadoras a partir del 2004, lo cual coincide con el incremento paulatino que inicia lentamente desde la década de los noventa, en la cantidad de estudiantes mujeres en la carrera de Bachillerato y Licenciatura en Geología de la Universidad de Costa Rica (Mora, 2021) (Fig. 15). De modo que, en las revistas correspondientes al periodo de 1950 al presente el porcentaje más alto de participación de la mujer en artículos sobre vulcanismo lo tiene la *Revista Geológica de América Central* con un ~16 %, seguida de la *Revista Geográfica de América Central* con 20 %, en contraste con porcentajes iguales o inferiores a 10 % que tienen las otras revistas (Cuadro 8). Si lo vemos en términos solamente de autorías principales (primeros autores y primeras autoras), los resultados arrojan porcentajes inferiores al 25 % de trabajos liderados por mujeres científicas (Cuadro

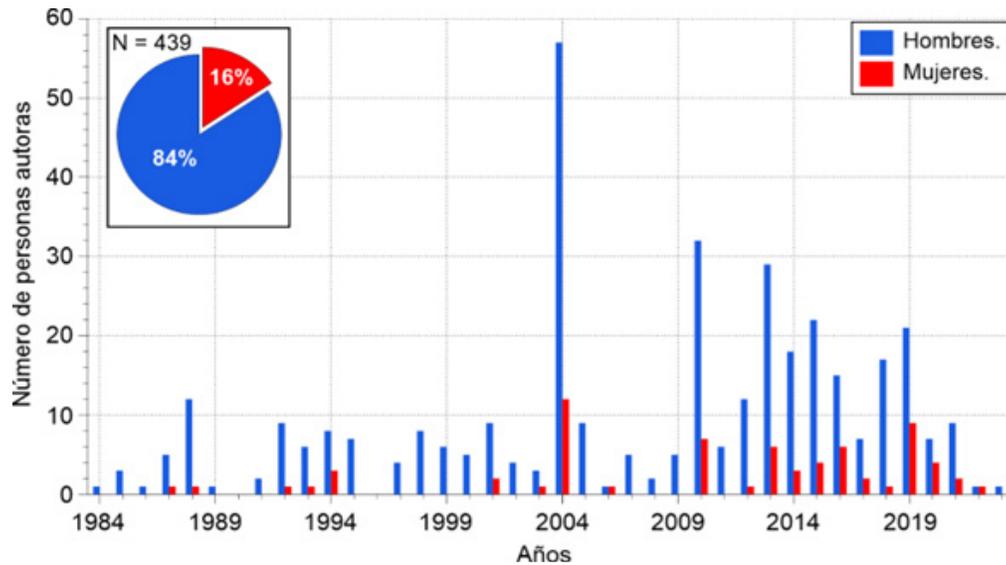


Fig. 15: Histogramas del número total de personas autoras y coautoras de trabajos sobre vulcanismo publicados en la *Revista Geológica de América Central* entre 1984 y el 2023. El recuadro de la esquina superior izquierda muestra la distribución porcentual global por sexo. N es el número total de personas autoras y coautoras.

Cuadro 9

Distribución del total de autorías principales de los artículos sobre vulcanismo entre 1887 y 2023.

Revista	Periodo	Hombres	(%)	Mujeres	(%)	Total
Boletines del OVA (1) y Osivam (2)	1988-2006	76	93,8	5	6,2	81
Revista Geológica de América Central	1984-presente	131	79,4	34	20,6	165
Tecnología en Marcha	1982-presente	9	75,0	3	25,0	12
Boletín de Vulcanología	1978-1994	78	97,5	2	2,5	80
Revista Ciencia y Tecnología	1977-presente	17	94,4	1	5,6	18
Revista Geográfica de América Central	1974-presente	34	85,0	6	15,0	40
Informe Semestral	1954-1984 1997-2002	56	98,2	1	1,8	57
Revistas científicas de finales del siglo XIX y primera mitad del siglo XX	1889-1960	85	96,6	3	3,8	88
Total		486	89,8	55	10,2	541

Notas: (1) Observatorio Vulcanológico del Arenal, (2) Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Arenal y Miravalles.

Cuadro 10

Primeros artículos sobre vulcanismo liderados por investigadoras costarricenses en las revistas consultadas.

Primera autora	Año	Título	Revista	Volumen	Número	Observaciones
Nancy Mollinedo	2020	Arsénico en suelos y rocas de origen volcánico en un área de Aguas Zarcas y la Palmera, zona norte de Costa Rica.	Ciencia y Tecnología	1	36	Estudiante de la Maestría en Hidrogeología y Manejo de los Recursos Hídricos, Programa de Posgrado en Geología de la Universidad de Costa Rica
Indira María Calvo-Vargas	2019	Importancia de los recursos interpretativos autoguiados, como promotores de la conservación de los recursos naturales.	Tecnología en Marcha	32	8	Estudiante de la carrera de Gestión de Turismo Rural Sostenible. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago Costa Rica.
Elena Badilla	2001	Fotogeología de los complejos volcánicos el Hoyo y Asososca (Nicaragua).	Revista Geológica de América Central		24	Estudiante de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en Geología de la Universidad de Costa Rica
Ivonne Arroyo	1999	Actividad del Arenal.	Boletín del Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Arenal y Miravalles	11	21-22	
Nury Cartín H.	1986	Los dos lados de la Cordillera Central de Costa Rica.	Revista Geográfica de América Central	1	1-20	
María del Rosario Alfaro	1986	Lluvia ácida de origen volcánico.	Boletín de Vulcanología		17	
Esther Castro de Tristán	1929	En la azotea del Colegio Superior de Señoritas: descripción del panorama.	Revista del Colegio Superior de Señoritas	1	6	
Amelia Montealegre	1921	Ascensión al Volcán Irazú de Antonio Trollope.	Revista de Costa Rica	2	8 y 9	Colegio Superior de Señoritas, III Año Normal A, 1920 Trabajo personal de la estudiante aprobado por José Fidel Tristán, Ramiro Aguilar, Manuel Quesada y Matías Gámez Monge.

9). La *Revista Geológica de América Central* presenta un ~21 % de artículos sobre vulcanismo liderados por mujeres. Un dato revelador es que las primeras científicas costarricenses en liderar un artículo sobre vulcanismo en revistas costarricenses fueron estudiantes (Cuadro 10).

En 1921, Amelia Montealegre, una estudiante III Año Normal A del Colegio Superior de Señoritas, publicó en la *Revista de Costa Rica* una traducción y análisis sobre el capítulo XIX: *América Central - Costa Rica* del libro *The West Indies and the Spanish Main* escrito por Antonio Trollope (1815-1882, novelista inglés). Amelia Montealegre tituló su trabajo: *Ascensión al Volcán Irazú por Antonio Trollope*, y en él introduce y comenta de forma interesante y crítica el capítulo:

Trollope, como lo indico en su biografía, es inglés, y al venir a América creyó llegar a un pueblo salvaje en donde encontraría a cada paso costumbres de los hombres primitivos. Sumamente desilusionado con lo que en realidad había quiso estudiar a fondo el país y lo criticó demasiado [...] El estilo con que escribe Trollope es muy particular, repite con frecuencia las palabras en una misma frase lo que hace que sea muy difícil una buena traducción. Trollope es sumamente pretencioso [sic] y en todo su libro se nota un sarcasmo exagerado. Naturalmente que no tendría el interés ni el cariño para escribir algo bueno de Costa Rica; pero debía haber estudiado mejor sus condiciones y no tratar de buscarle el lado criticable

Cuadro 11

Distribución por nacionalidad de las autorías principales de los artículos sobre vulcanismo entre 1887 y 2023.

Revista	Periodo	Costa Rica	(%)	Otros países	(%)	Total
Boletines del OVA (1) y Osivam (2)	1988-2006	72	88,9	9	11,1	81
Revista Geológica de América Central	1984-presente	131	79,4	34	20,6	165
Tecnología en Marcha	1982-presente	12	100	0	0	12
Boletín de Vulcanología	1978-1994	48	60,0	32	40,0	80
Revista Ciencia y Tecnología	1977-presente	16	88,9	2	11,1	18
Revista Geográfica de América Central	1974-presente	28	70,0	12	30,0	40
Informe Semestral	1954-1984 1997-2002	23	40,4	34	59,6	57
Revistas científicas de finales del siglo XIX y primera mitad del siglo XX	1889-1950	47	53,4	41	46,6	88
Total		377	69,7	164	30,3	541

Notas: (1) Observatorio Vulcanológico del Arenal, (2) Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Arenal y Miravalles.

a todo. A pesar de eso su libro es interesante y nos proporciona algunos datos curiosos de Costa Rica en esa época”...“No se sabe como [sic] pudo escribir esta enorme cantidad de libros cuando dedicaba tanto tiempo a su trabajo oficial, a cazar y a la sociedad. En sus últimos años escribía mecánicamente tanto que cada cuarto de hora escribía doscientas cincuenta palabras y trabajaba tres horas diarias. De antemano designaba el trabajo que correspondía a cada día (Montealegre, 1921, p. 247-249).

Ese trabajo fue aprobado por José Fidel Tristán, entonces director del Colegio Superior de Señoritas, junto con otros dos profesores lo que refleja el interés por que el estudiantado leyera obras extranjeras, aprendiera idiomas y cultivara un pensamiento crítico y sus conocimientos, históricos, literarios y geográficos. También evidencia los esfuerzos de José Fidel Tristán por interesar a las estudiantes del Colegio Superior de Señoritas en la ciencia. Ochenta años después, en la *Revista Geológica de América Central*, volvería a aparecer un trabajo escrito por una estudiante, esta vez de Geología, Elena Badilla en conjunto con otros estudiantes de la misma disciplina. De hecho, este trabajo sería el primero relativo a la actividad volcánica liderado por una mujer costarricense en esa revista (Cuadro 10).

Finalmente, en cuanto a la nacionalidad, se constata un dominio de las autorías costarricenses (70 %) con excepción del *Informe Semestral* donde el ~60 % de los trabajos son liderados por autores extranjeros (Cuadro 11). En el caso específico de la *Revista Geológica de América Central* dominan los autores principales hombres costarricenses mientras que en el caso de las mujeres, la distribución es prácticamente (Fig. 16).

Discusión

Desde la fundación del Instituto Físico-Geográfico Nacional, la geología, la vulcanología y la sismología no fueron favorecidas. El instituto estaba orientado a la geografía (topografía y geodesia), la botánica y la meteorología, las cuales tenían secciones bien definidas. Además, Pittier no dudó en traer a un botánico cuando tuvo ocasión de reclutar a otro científico (Instituto Geográfico Nacional, 1957; Hilje y Dauphin, 2022), aun cuando él manifestaba la necesidad de que se creara una plaza en geología, primero con el propósito de “fomentar la exploración de la región meridional del país” (Instituto Geográfico Nacional, 1985, p. 58), y luego indicando que sería muy provechosa para la industria minera y daría la posibilidad de dilucidar problemas científicos importantes (Goebel, 2007). La contratación de un geólogo nunca ocurrió y sugiere que no era una prioridad. Por otro lado, a pesar de que en sus inicios se dedicó a la exploración de los volcanes, Pittier rápidamente

Autores y autoras principales

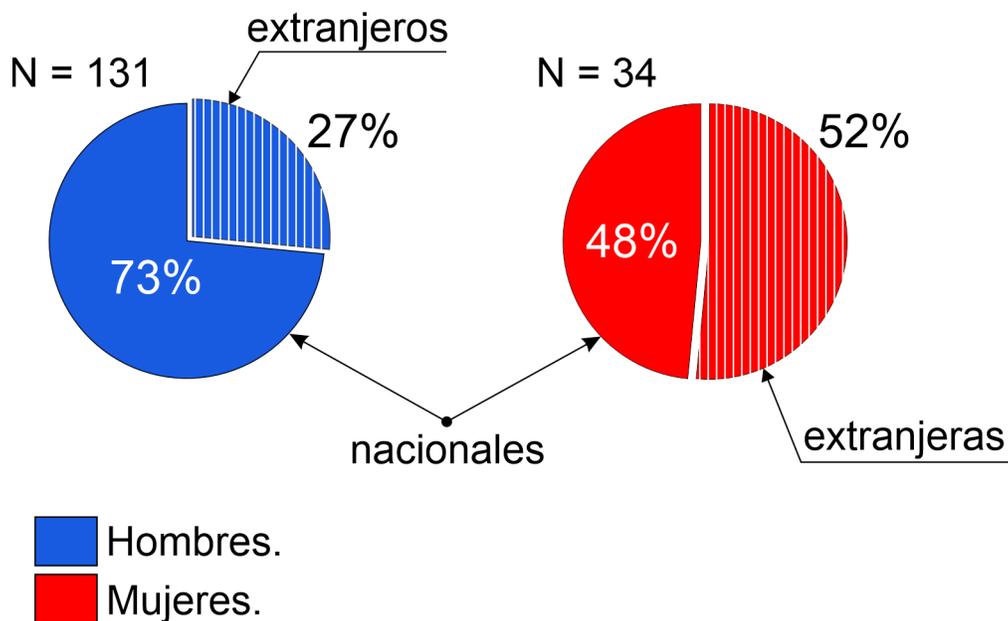


Fig. 16: Distribución porcentual por sexo y la nacionalidad de las personas autoras principales de artículos sobre vulcanismo en la *Revista Geológica de América Central* entre 1984 y 2023. N indica el número total personas autoras principales.

se decantó hacia su proyecto insigne que era el mapa topográfico de Costa Rica. De modo que, aunque la vulcanología y la sismología arrancaron, el impulso fue débil, y rápidamente el camino se tornó tortuoso y sin un norte claro. No es sino hasta la década de los años treinta que empieza a gestarse, tenuemente, la institucionalización de la geología, aunque orientada a su faceta más utilitaria y aplicada. Más adelante, entre los años sesenta y setenta, la vulcanología y la sismología encuentran nichos institucionales que les permitirán echar raíces y desarrollarse. Al mismo tiempo, el conocimiento sobre vulcanismo que se difundía en las publicaciones periódicas anteriores a 1950 era de corte científico general, cultural y pedagógico y, a partir de ese año se tornaron cada vez más especializadas. Se constata un primer auge en los artículos relativos a la actividad volcánica entre 1900 y 1925, seguido de un decaimiento entre 1925 y 1960. A partir de 1960 el número de artículos aumenta progresivamente para luego despuntar a partir de 1978 conforme aparecen las nuevas revistas especializadas (Fig. 17).

A finales del siglo XIX y del siglo XX el desarrollo de la vulcanología y la sismología a nivel nacional recae, principalmente, en Henri Pittier, José Fidel Tristán, Paul Schaufelberger y César Dóndoli, quienes marcaron los hitos en la historia de esas disciplinas durante ese periodo. De los cuatro, Tristán es el que tiene una trayectoria investigativa más consistente sobre el vulcanismo y parecía el pilar robusto sobre el que la vulcanología podía cimentarse. Sin embargo, fue consumido por sus labores docentes y administrativas y, finalmente, por un fallecimiento prematuro. Tristán y Schaufelberger mostraron una faceta docente muy marcada que sin duda caló en las generaciones de estudiantes de la época, pero ellos no tuvieron un peso específico importante en el proceso de institucionalización de la geología y disciplinas afines. En contraste, Pittier y Dóndoli claramente mostraron visión y habilidad político-administrativa para fundar y dirigir instituciones técnico-científicas y sobre ellos recayó su creación. Sin embargo, Pittier aunque sabía de geología, no era geólogo y sus prioridades fueron otras. De modo que orientó el Instituto Físico-Geográfico Nacional hacia la geografía, la biología, la entomología y la meteorología, pero escasamente a la geología y disciplinas afines. No es sino gracias a Dóndoli que finalmente la geología encuentra roca sólida sobre la cual cimentarse y, de hecho, así fue. Dóndoli primero que se enfocó en la demanda de la geología a nivel nacional. En otras palabras, insistió en la necesidad de la geología a través de la minería, el petróleo, el recurso hídrico subterráneo,

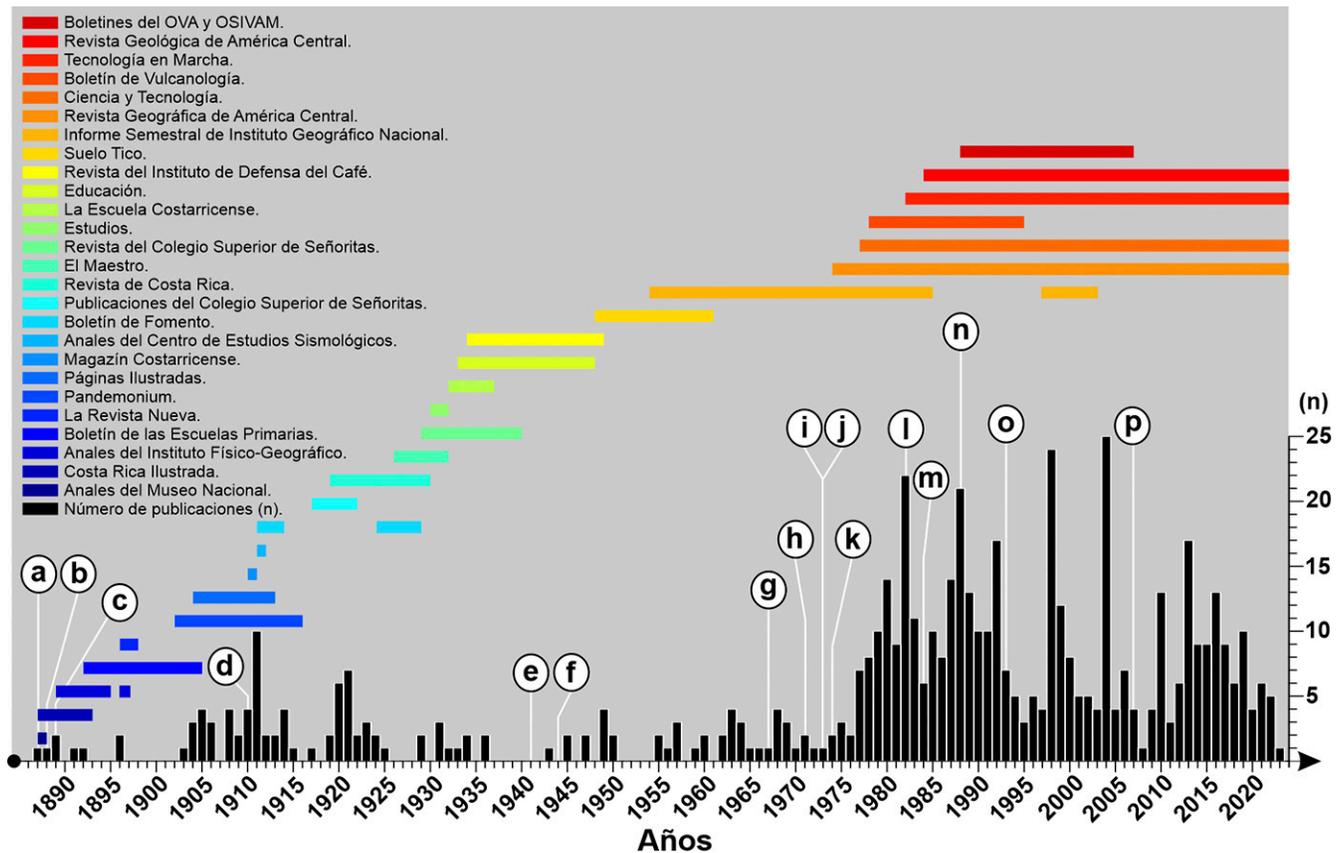


Fig. 17: Evolución, desde 1885 al 2023, de las revistas costarricenses que albergaron trabajos sobre vulcanismo de Costa Rica. El histograma (barras negras) indica el número (n, a la derecha) de artículos publicados por año en dichas revistas. Las barras de color identifican a cada revista y la vida de cada una. Las letras indican el año de creación de las siguientes instituciones: a. Museo Nacional, b. Instituto Meteorológico Nacional, c. Instituto Físico-Geográfico Nacional (IFG), d. Cierre del Instituto Físico-Geográfico Nacional, e) Universidad de Costa Rica (UCR), f) Instituto Geográfico Nacional (IGN), g) Escuela Centroamericana de Geología (ECG), h) Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), i) Universidad Nacional (UNA), j) Sección de Sismología, Vulcanología y Exploración Geofísica de la Escuela Centroamericana de Geología, k) Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica, Instituto Costarricense de Electricidad, l) Red Sísmológica Nacional (RSN), m) Observatorio Sísmológico y Vulcanológico de Costa Rica (Ovsicori), n) Observatorio Vulcanológico del Arenal, o) Observatorio Sísmológico y Vulcanológico del Arenal y Miravalles (Osvivam), p) Centro de Investigación en Ciencias Geológicas, Universidad de Costa Rica.

el suelo, entre otros y, una vez consolidada esa etapa, se enfocó en la oferta, es decir, la formación profesional, lo que lo llevó a crear la carrera y una escuela de geología en la Universidad de Costa Rica.

Pittier, Tristán, Schaufelberger y Dóndoli, suman 80 artículos que versan parcial o completamente sobre temas de actividad volcánica y algunas sísmológicas (Cuadros 2, 3, 5 y 6) con una tasa promedio de 0,7 artículos por año sobre esos temas. Todos ellos afrontaron crisis volcánicas y sísmicas y publicaron sobre esos temas a nivel nacional e internacional. Pittier, Schaufelberger y Dóndoli tenían propósitos más amplios y parte de su obra sobre vulcanismo se enfocó hacia temas aplicados, el primero con un matiz más geográfico y los otros dos con un enfoque más geológico (cartográfico, estratigráfico, petrográfico) orientado a los georrecursos tales como las aguas subterráneas, minería, petróleo y las aplicaciones geológicas para la agricultura, peligro volcánico y sísmico, entre otros. Tristán mostró siempre una faceta más académica en sus trabajos vulcanológicos. Tristán tampoco era geólogo, pero tenía una comprensión muy amplia y profunda de los procesos volcánicos, aunque tampoco se dedicó exclusivamente a ello y dejó un amplio legado etnográfico, entomológico y arqueológico (Bozzoli, 2013). Por otra parte, el dilecto amigo y “secuaz” de José Fidel Tristán, el Ing. Ricardo Fernández Peralta, merece especial

mención por su obra y dedicación, no siempre puesta en valor. Él dejó una obra tanto propia como en coautoría con José Fidel Tristán que sin duda contribuyó significativamente al desarrollo de la vulcanología.

Otros autores como William Gabb, Anastasio Alfaro, Cleto González Víquez, Gustave Michaud, Paul Biolley, Elías Leiva, Max Rudin, entre otros, aportaron páginas, a nivel nacional, y algunos a nivel internacional, sobre el vulcanismo de Costa Rica, lo cual, sin duda se debe resaltar. De modo interesante, a inicios del siglo XX, esta obra no pasaba desapercibida ya que en 1929 por ejemplo, los programas para los colegios de segunda enseñanza recomendaban, en la materia de geografía, una lista extensa de obras científicas sobre el amplio espectro del conocimiento geológico de esa época que abarcaba desde aspectos geológicos generales (rocas y estratigrafía) hasta fósiles, minería (oro y manganeso) y, por supuesto, la actividad volcánica y sísmica. La lista de autores era amplia: Miguel Obregón, Karl von Seebach, Karl Sapper, José Fidel Tristán, Montessus de Ballore, C. E. Dutton, Henri Pittier, Dutton C. E., Cleto González Víquez, George Attwood, R. T. Hill, Gustave Michaud, Anastasio Alfaro, D. F. McDonald, Ernesto Melliss, A. J. H. Crespi, A.M. Young, Spilabury, William Gabb, y Alexander von Frantzius (Cortés, 1930).

A partir de 1950, con el advenimiento de las revistas científicas especializadas y un desarrollo científico en crecimiento propiciado por nuevas instituciones, acceso a tecnología, más recurso humano especializado y mayor cooperación internacional, el número de publicaciones sobre vulcanismo aumentó. La *Revista Geológica de América Central* se convirtió en un canal importante de difusión del conocimiento vulcanológico a nivel nacional mientras que otras revistas especializadas en vulcanismo no sobrevivieron (Cuadro 1, Figs. 9 y 17).

Desde la perspectiva de equidad, vemos que los artículos sobre vulcanismo fueron publicados casi exclusivamente por investigadores hombres a finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX mientras que, entre 1950 y el 2023 la participación de las mujeres investigadoras solo aumentó levemente. Este resultado no dista del que exponen Kavanagh et al. (2022), quienes realizaron un estudio específico sobre equidad, diversidad e inclusión en vulcanología. Aunque los datos de dicho estudio son limitados, revela que en 2021 un 39 % de los miembros de la International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior (IAVCEI) eran mujeres, en tanto que ese porcentaje se encuentra entre un 20 % y 46 % en el caso de las divisiones vulcanológicas de la American Geophysical Union (AGU). También ponen de relieve que los altos cargos y consejos editoriales de algunas revistas vulcanológicas internacionales son ocupados en más del 60 % por hombres, así como otras múltiples evidencias de obstáculos que enfrentan las mujeres investigadoras en vulcanología. Es necesario, por lo tanto, implementar acciones que permitan disminuir la inequidad que, según Kavanagh et al. (2022), comprenden la toma de conciencia de la situación, el compromiso y desarrollo de planes de acción que partan de una autorreflexión crítica para abordar las debilidades.

Conclusiones

A finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX la vulcanología no fue favorecida institucionalmente y su desarrollo recayó en un grupo de científicos de la época que se encargaron, con poco tiempo y recursos, de explorar y describir los volcanes y su actividad, así como otros relieves, rocas y procesos ígneos. Este conocimiento quedó plasmado en una pléyade de revistas científicas, culturales y pedagógicas, incluso periódicos, de la época, que poco a poco permeó hacia la sociedad, lo que cambió su percepción hacia el vulcanismo y otros procesos relacionados. Los protagonistas principales, en orden de aparición fueron Henri Pittier, José Fidel Tristán, Paul Schaufelberger y César Dóndoli constituyen los pilares sobre los que progresivamente se sustentó la investigación sobre el vulcanismo y la sismicidad en Costa Rica hasta que, finalmente, a partir de la segunda mitad del siglo XX se consolidó la institucionalización de las ciencias geológicas. Esto favoreció que, a partir de 1950, surgiera una nueva generación de revistas científicas especializadas, entre ellas la *Revista Geológica de América Central* que se constituyeron en los nuevos canales de difusión del conocimiento geológico, vulcanológico y sismológico.

Este trabajo fue motivado por la celebración de los 40 años de la *Revista Geológica de América Central*, no solo como tributo a la revista y a quienes la crearon, sino también a sus raíces históricas y a quienes contribuyeron, en distintas épocas, con el desarrollo de la vulcanología, la sismología y la geología en Costa Rica. El futuro de esta revista depende, por un lado, de que cuente con los recursos necesarios para cumplir, en tiempo y forma, con los compromisos editoriales, se sostenga en el tiempo y mejore continuamente (formato, ciber sitio, entre otros). Por otro lado, y más importante aún, que sea nutrida de

artículos por un cuerpo investigador, constituido desde los principios de equidad, diversidad e inclusión, que publique con calidad, de modo que sirva de catalizador para que la revista suba y mantenga un alto nivel, de modo que siempre sea atractiva para publicar. También requiere de un cuerpo editorial variado, equitativo e inclusivo, local e internacional, comprometido con la calidad y que mantenga altos niveles de exigencia que garanticen que las publicaciones sean debidamente arbitradas.

La Universidad de Costa Rica debe reconocer la importancia de que las personas investigadoras publiquen en medios de difusión local, como la *Revista Geológica de América Central* y en la lengua oficial de Costa Rica, el español, de modo que el conocimiento llegue a la sociedad a través de canales serios, robustos y entendibles para que reciba de vuelta su inversión en educación e investigación universitaria pública y, al mismo tiempo, se haga valer nuestra cultura y nuestra lengua a nivel internacional. Visiblemente, se debe buscar también, de forma equitativa e inclusiva, la internacionalización del conocimiento, de modo que los investigadores e investigadoras puedan someter su investigación a juicio y opinión de la comunidad internacional, lo que hace crecer en calidad la ciencia local.

Agradecimientos

Este trabajo es producto de los proyectos de investigación “Caracterización de los edificios volcánicos por medio de estudios de geomorfología para la gestión del riesgo volcánico en Costa Rica” (113-C3-011) y “Auscultación de los volcanes de Costa Rica basada en la Sismología Volcánica” (113-C3-722) y del Programa de Investigación, Red Sismológica Nacional (B9911), todos de la Universidad de Costa Rica. Se agradecen los aportes y sugerencias de Gerardo J. Soto y Giovanni Peraldo Huertas que mejoraron sustancialmente este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Alfaro, A. (1887). Notas sobre el carácter de la flora costarricense. *Anales del Museo Nacional*, Tomo 1, 3-6.
- Alfaro, A. (1913). Las rocas volcánicas de Costa Rica. *Boletín de Fomento*, 3(8), 549-555.
- Alfaro, A. (1917). *Petaquilla*. Imprenta y Librería Alsina.
- Alfaro, A. (1920). Informe del director del Museo Nacional. En J. García Monge, *Memoria de Instrucción Pública presentada al Congreso Constitucional, 1920* (pp. 161-167). Imprenta Nacional.
- Alfaro, A. (1935). *Investigaciones científicas*. Editorial Trejos Hermanos.
- Almendros, J., Abella, R., Mora, M., Lesage, P. (2012). Time-dependent spatial amplitude patterns of harmonic tremor at Arenal Volcano, Costa Rica: Seismic-wave interferences? *Bulletin of the Seismological Society of America*, 102(6), 2378-2391. <https://doi.org/10.1785/0120120066>
- Almendros, J., Abella, R., Mora, M.M., y Lesage, P. (2014). Array analysis of the seismic wavefield of long-period events and volcanic tremor at Arenal volcano, Costa Rica. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119(7), 5536-5559. <https://doi.org/10.1002/2013JB010628>
- Alvarado, G.E. (2014). El rol de la revista geológica de América Central en la difusión de vulcanología entre 1984 y el 2014. *Revista Geológica de América Central, Volumen especial 30 Aniversario (1984-2014)*, 99-106. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i0.16572>
- Alvarado, G. E. (2021). *Costa Rica y sus volcanes*. Editorial de la Universidad de Costa Rica, Editorial de la Universidad Nacional, Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Alvarado, G.E., y Denyer, P. (2012). *Karl T. Sapper (1866-1945): geólogo pionero en América Central*. Editorial UCR.
- Alvarado, G. E., y Gans, P. B. (2012). Síntesis geocronológica del magmatismo, metamorfismo y metalogenia de Costa Rica, América Central. *Revista Geológica de América Central*, 46, 1-122. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i46.1836>
- Alvarado, G.E., Morales, L. D. (1989). Historia de la vulcanología en Costa Rica. En: A. Ruiz, L. Camacho (Eds), *Historia de la ciencia y la tecnología: el avance de una disciplina* (pp. 291-314). Editorial Tecnológica de Costa Rica.

- Alvarado, G.E., y Patiño, L.C. (2017). The history of volcanology in Costa Rica: from the Amerindian legends to the beginning of the twenty-first century. En W. Mayer, R.M., Clary, L.F., Azuela, T.S., Mota y S. Wołkowicz (Eds.), *History of geoscience: celebrating 50 years of INHIGEO* (Vol. 442, pp. 127-140). Geological Society, Special Publications. <https://doi.org/10.1144/sp442.35>
- Alvarado, G.E., y Peraldo, G. (2002). Los primeros pasos de la geología en la Costa Rica del siglo XIX. En G. Peraldo (comp.), *Ciencia y técnica en la Costa Rica del siglo XIX* (pp. 209-236). Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Alvarado, G.E., Morales, L.D., y Soto, G.J. (1991). Historia de las ciencias geológicas y sismológicas en Costa Rica. En A. Ruiz (ed.), *Ciencia y tecnología: estudios del pasado y del futuro* (pp. 97-113). Asociación Costarricense de Historia y Filosofía de la Ciencia.
- Arredondo, S., y Soto, G.J. (2006). Edad de las lavas del Miembro Los Bambinos y sumario cronoestratigráfico de la Formación Barva, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 34-35, 59-71. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i34-35.4226>
- Barrantes, M. (1975). *El Instituto Geográfico Nacional: breve reseña histórica*. Taller del Instituto Geográfico Nacional.
- Barrantes, H., y Ruiz, A. (1994). La reforma de Mauro Fernández y las Matemáticas. En Á. Ruiz (ed.), *Historia de las matemáticas en Costa Rica* (pp. 35-42). Editorial de la Universidad Nacional.
- Bakkar, H. (2017). *Estudios de los procesos sísmicos y volcánicos en el Rincón de la Vieja (Costa Rica)*. [Tesis de licenciatura inédita]. Universidad de Costa Rica.
- Bellido, L. (1908). El volcán Poás de Costa Rica. *Páginas Ilustradas*, 5(186), 3130-3131.
- Benoit, J.P., y McNutt, S.R. (1997). New constraints on source processes of volcanic tremor at Arenal Volcano, Costa Rica, using broadband seismic data. *Geophysical Research Letters*, 24(4), 449-452. <https://doi.org/10.1029/97GL00179>
- Braun, J. J. B. (12 de marzo de 1864). Ascensión al Volcán Turrialba, en Costa Rica, Febrero 26 de 1864, Remitidos. *La Gaceta Diario Oficial*, N°258, 2-3.
- Bozzoli, M.E. (2013). José Fidel Tristán, con particular referencia a sus aportes etnográficos. *Revista del Archivo Nacional*, 77(1-12), 61-125.
- Calderón, P. (1910). Un año más. *Páginas Ilustradas*, 7(239-240), 2-3.
- Castillo, R. (1979). Un símbolo de la geología. *La República*, p. 9.
- Castillo, S., y Peraldo, G. (2000). Ventana al pasado: reseña histórica Escuela Centroamericana de Geología. *Informe Semestral Instituto Geográfico Nacional*, 36(Enero a junio y julio a diciembre), 97-122.
- Centro Nacional de Agricultura. (1938). Dr. Prof. Don P. Schaufelberger. *CNA Revista Agrícola*, 3(1-3), 5.
- Centro Nacional de Agricultura. (1939). Nuevos compañeros de labor. *CNA Revista Agrícola*, 4(3-4), 91-92.
- Chavarría, R. A. (1936). Centro Nacional de Agricultura, Informe del año 1934 N°7. *Boletín del Centro Nacional de Agricultura: Informe Anual 1934*, 18, 3-10.
- Chavarría, R. A. (1937). Informe de la dirección. *Boletín del Centro Nacional de Agricultura: Informe Anual 1936*, 23, 3-25.
- Conejo, A. (1975). *Henri Pittier. Serie ¿Quién fue y qué hizo? No. 20*. Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.
- Cortés, L. (1930). *Memoria de la Secretaría de Educación Pública presentada al Congreso Constitucional, año 1929*. Imprenta Nacional.
- Crosby, I.B. (1942). Geology of the Virilla canyon, Meseta Central Occidental, Costa Rica. En A. Wetmore, P. Oehser y A. C. Simonpietri (eds.), *Proceedings of the Eight American Scientific Congress* (Vol. 4, pp. 483-494). Geological Sciences.
- Crosby, I.B. (1945). Geología del cañón del río Virilla, en la meseta central occidental de Costa Rica. *Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura*, 49, 3-19.
- Davi, R., O'Brien, G.S., Lokmer, I., Bean, C.J., Lesage, P., y Mora, M.M. (2010). Moment tensor inversion of explosive long period events recorded on Arenal volcano, Costa Rica, constrained by synthetic tests. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 194(4), 189-200. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2010.05.012>
- Davi, R., O'Brien, G.S., De Barros, L., Lokmer, I., Bean, C.J., Lesage, P., Mora, M.M., y Soto, G.J. (2012). Seismic source mechanisms of tremor recorded on Arenal volcano, Costa Rica, retrieved by waveform inversion. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 213-214, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2011.10.008>
- De Filippo, D., Córdoba González, S., y Sanz-Casado, E. (2016). Bibliometría de la colaboración e impacto de la Revista de Biología Tropical (Web of Science 2003-2012). *Revista Biología Tropical*, 64(1), 147-156.
- Denyer, P., y Lücke, P. (2014). Pasado, presente y futuro de la Revista Geológica de América Central. *Revista Geológica de América Central, Volumen especial 30 Aniversario*, 19-25.

- Diario de Costa Rica (6 de marzo de 1924a). Detalles completos del terremoto. *Diario de Costa Rica*, p. 4.
- Diario de Costa Rica (19 de marzo de 1924b). El sabio Dr. Sapper hará el estudio sobre los temblores de Costa Rica. *Diario de Costa Rica*, p. 5.
- Diario de Costa Rica. (26 de marzo de 1924c). Regresó el Dr. Sapper del Irazú. *Diario de Costa Rica*, p. 1.
- Diario de Costa Rica. (3 de abril de 1924d). Ayer regresó la Comisión Científica, sin encontrar ninguna novedad en el Cerro Congo ni en Toro Amarillo. *Diario de Costa Rica*, p. 1.
- Diario de Costa Rica. (27 de mayo de 1931). Se funda la Sociedad Científica Costarricense. *Diario de Costa Rica*, p. 2 y 6.
- Diario de Costa Rica. (6 de marzo de 1932a). El profesor don Juan Dávila director del Museo Nacional. *Diario de Costa Rica*, p. 2.
- Diario de Costa Rica. (27 de noviembre de 1932b). La Sociedad Científica eligió a don Anastasio Alfaro como Presidente. *Diario de Costa Rica*, p. 4.
- Diario de Costa Rica. (17 de junio de 1933). Toma proporciones alarmantes la lluvia de ceniza que arroja el volcán Irazú sobre la meseta central. *Diario de Costa Rica*, pp. 1-6.
- Diario de Costa Rica. (6 de mayo de 1937). Hemos perdido el interés por muchas que antes lo merecieron por el empeño de profesores extranjeros. *Diario de Costa Rica*, p. 1-5.
- Diario de Costa Rica. (22 de julio de 1943). El mes de junio se caracterizó por una disminución notable de la actividad sísmica. *Diario de Costa Rica*, p. 9-10.
- Diario del Comercio. (29 de febrero de 1924a). El doctor Sapper llegará próximamente a Costa Rica. *Diario del Comercio*, p. 3.
- Diario del Comercio. (13 de marzo de 1924b). De última hora: No hay nada en Turrubares. *Diario del Comercio*, p. 3.
- Diario del Comercio. (18 de marzo de 1924c). Llegó el Dr. Sapper. *Diario del Comercio*, p. 5.
- Diario del Comercio. (5 de abril de 1924d). El Doctor Sapper visita el Observatorio Meteorológico. *Diario del Comercio*, p. 6.
- Diario del Comercio. (10 de mayo de 1924e). Antes de entregar el poder reorganizó don Julio el Instituto Físico-Geográfico. *Diario del Comercio*, p. 1.
- Diario del Comercio. (12 de agosto de 1924f). ¿En qué paró el Seismógrafo?. *Diario El Comercio*, p. 6.
- Díaz, R. (2003). *El proceso de institucionalización de la meteorología en Costa Rica (1887-1949)*. [Tesis de licenciatura inédita]. Universidad de Costa Rica.
- Díaz, R. (2005). “Los costarricenses no han dejado de admirar las magnificencias del cielo”: la evolución de las ideas astronómicas en Costa Rica (1814-1910). *Diálogos Revista Electrónica de Historia*, 6(1), 282-307.
- Díaz, R. (2020). La consolidación del Estado liberal y las investigaciones meteorológicas en Costa Rica (1887-1904). *Revista Estudios, Especial: Profesores de Estudios Generales Investigan*, 1-26. <https://doi.org/10.15517/re.v0i0.40913>
- Díaz, R., Solano Chaves, F. J., Peraldo Huertas, y G. P. (2007). El legado científico del licenciado geómetra Pedro Nolasco Gutiérrez Gutiérrez (1855-1918). *Revista Geológica de América Central*, 36, 67-95. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i36.12293>
- Dobles Segreda, L. (1927). *Memoria de la Secretaría de Educación Pública correspondiente al año 1926*. Imprenta Nacional.
- Dobles Segreda, L. (1929). *Memoria de la Secretaría de Educación Pública correspondiente al año 1928*. Imprenta Nacional.
- Dóndoli, C. (29 de junio de 1939). Las fumadas del Irazú no tienen nada de erupciones verdaderas. *Diario de Costa Rica*, p. 9 y 11.
- Dóndoli, C. (1940a). Sección Geológica. *Boletín del Centro Nacional de Agricultura: Informe Anual 1939*, 28, 98-100.
- Dóndoli, C. (1940b). Las rocas de Costa Rica: determinación y estudio petrográfico. *Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura*, 5(2), 73-78.
- Dóndoli, C. (1940c). Las rocas de Costa Rica: Determinación y estudio petrográfico. *Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura*, 32, 3-9.
- Dóndoli, C. (1941). Ojo de Agua y sus alrededores. *Boletín Técnico del Departamento Nacional de Agricultura*, 36, 3-10.
- Dóndoli, C. (1949). Informe geológico sobre las posibilidades acuíferas de los terrenos y alrededores de la Finca de la Junta de Protección Social, en el Distrito de Pavas. *Suelo Tico*, 2(11), 450-454.
- Dóndoli, C. (1950). Informe geológico sobre las canteras de Colima y del río Virilla. *Suelo Tico*, 4(21-22), 251-252.
- Dumesnil, A. (1906). Le volcan Poas dans l'État du Costa Rica. *La Nature Revue des Sciences et de leurs Applications aux Arts et à l'Industrie*, 1(1697-1722), 283-284.

- Dutton, C.E. (1891). Appendix XI: Volcanoes and Earthquakes, Nicaragua and Costa Rica. En: Nicaragua Canal Construction Company, Warner Miller (ed.), *The inter-oceanic canal of Nicaragua: Its history physical condition plans and prospects* (pp. 73-78). The New York Printing Co., The Republic Press.
- Eakin, M. C. (1999). The origins of modern science in Costa Rica: The Instituto Físico-Geográfico Nacional, 1887-1904. *Latin American Research Review*, 34(1), 23-150.
- Echandi, E. (1981). *Unidades volcánicas de la vertiente norte de la cuenca del río Virilla*. [Tesis de licenciatura inédita]. Universidad de Costa Rica.
- El Día. (18 de junio de 1901). Hechos y dichos. *El Día*, p.3.
- El Día. (31 de marzo de 1904). Parabienes. *El Día*, p. 2.
- Fallas, M., Prado, A., Mora, M. M., Ruiz, P., Alfaro, E. J., y Soto, G. J. (2018). El deslizamiento del 8 de diciembre de 1994 en el volcán Irazú (Costa Rica): aspectos históricos y geomorfología con base en fotografías aéreas históricas y recientes. *Revista Geológica de América Central*, 58, 55-83. <https://doi.org/10.15517/rgac.v58i0.32844>
- Fernández, R. (1921). Un volcán olvidado. *Revista de Costa Rica*, 3(4-5), 110-120.
- Fernández, M. (1969). *Las unidades hidrogeológicas y los manantiales de la vertiente norte de la cuenca del río Virilla*. Investigaciones de aguas subterráneas en Costa Rica.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (5 de mayo de 1887). Sección oficial, Secretaría de Fomento N°69. *La Gaceta Diario Oficial N°102*, p. 457.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (29 de enero de 1888a). Poder Ejecutivo N°2. *La Gaceta Diario Oficial*, N°23, p. 105.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (8 de abril de 1888b). Sección oficial, Poder Ejecutivo N°XXII. *La Gaceta Diario Oficial*, N°81, p. 421.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (10 de abril de 1888c). Sección oficial, Secretaría de Instrucción Pública N°905. *La Gaceta Diario Oficial*, N°82, p. 430.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (13 de junio de 1889a). Sección oficial, Poder Ejecutivo. *La Gaceta Diario Oficial*, N°136, p. 841.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (23 de junio de 1889b). Secretaría de Instrucción Pública, N° 106. *La Gaceta Diario Oficial*, N°144, p. 871.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1900). *Colección de las leyes y decretos emitidos en el año 1900, segundo semestre*. Tipografía Nacional.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1901a). *Colección de las leyes y decretos emitidos en el año 1901, primer semestre*. Tipografía Nacional.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1901b). *Colección de las leyes y decretos emitidos en el año 1901, segundo semestre*. Tipografía Nacional.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (18 de mayo de 1910). Cartera de Fomento, N°56. *La Gaceta Diario Oficial*, N°111, p. 440.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (18 de agosto de 1917). Poder Ejecutivo N°2. *La Gaceta Diario Oficial*, N°41, p. 221.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1918). *Colección de Leyes y Decretos año 1917, primer semestre*. Imprenta Nacional.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1923). *Memoria de la Secretaría de Instrucción Pública correspondiente al año de 1922*. Imprenta Nacional.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (9 de marzo de 1924a). Cartera de Fomento, N°28. *La Gaceta Diario Oficial*, N°54, p. 217.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (22 de marzo de 1924a). Cartera de Educación Pública, N°502. *La Gaceta Diario Oficial*, N°64, p. 265.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (10 de mayo de 1924c). Cartera de Educación Pública N° 536. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 100, p. 474.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (16 de enero de 1931). Cartera de Educación Pública, N°3. *La Gaceta Diario Oficial*, N°11, p. 60.

- Gobierno de la República de Costa Rica. (9 de marzo de 1932a). Educación Pública, Escuela de Ciencias de Costa Rica. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 57, p. 408.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (9 de abril de 1932b). Cartera de Educación Pública, N°252. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 75, p. 407.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (24 de enero de 1936). Cartera de Educación Pública N°2. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 19, p. 149.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1939). *Colección de Leyes y decretos, año de 1939*. Imprenta Nacional.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (22 de junio de 1940a). Cartera de Fomento y Agricultura, N° 24. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 137, p. 1235.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (12 de septiembre de 1940b). Cartera de Fomento, N° 41. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 203, p. 1867.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1941). *Colección de leyes, decretos, acuerdo y resoluciones, año de 1941, primer semestre*. Imprenta Nacional.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1951). *Ministerio de Agricultura e Industrias, memoria correspondiente al año 1950*. Sección de Publicaciones y Biblioteca.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1952). *Ministerio de Agricultura e Industrias, memoria correspondiente al año 1951*. Ministerio de Agricultura e Industrias.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1953). *Memoria del Ministerio de Agricultura e Industrias 1952, presentada a la Asamblea Legislativa*. Ministerio de Agricultura e Industrias.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1955). *Memoria del Ministerio de Agricultura e Industrias 1955, presentada a la Asamblea Legislativa*. Ministerio de Agricultura e Industrias.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (1964). *Informe anual de labores 1963, Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Gobierno de la República de Costa Rica. (11 de enero de 2006). Poder Legislativo, N°8488, Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 8. https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2006/01/11/COMP_11_01_2006.html#_Toc124652091
- Goebel, A. (2007). Economía, ciencia, y “liberalismo”: Condicionamientos económicos de la institucionalidad científica liberal en Costa Rica. Una invitación al análisis. 1887-1910. *Diálogos Revista Electrónica de Historia*, 7(2), 48-94.
- González Pérez, E. (2011). Estudio bibliométrico de la obra de los naturalistas costarricenses Anastasio Alfaro y Henri Pittier en publicaciones periódicas costarricenses entre 1887 y 1946. *E-Ciencias de la Información*, 1(1), 1-19. <https://doi.org/10.15517/eci.v1i1.1207>
- González Víquez, C. (1910). *Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica 1608-1910*. Editorial Tecnológica.
- González Víquez, C., Tristán, J.F., Alfaro, A., Michaud, G., Biolley, P., Rudin, J., Leiva, E., Cots, H., y Cots, C. (1911). Centro de Estudios Sismológicos. *Anales del Centro de Estudios Sismológicos*, 1, 3-5.
- Guardia, R.F. (1920). Costa Rica País de Volcanes y Temblores de Tierra. *Revista de Costa Rica*, 2(2), 58-60.
- Guerrier, N. (2012). *Localisation d'explosions du volcan Arenal par analyse d'antennes sismiques et de polarisation*. [Dissertation Master 2 Recherche]. Université Joseph Fourier.
- Hagerty, M.T., Schwartz, S.Y., Protti, M., Garcés, M., y Dixon, T. (1997). Observations at Costa Rican volcano offer clues to causes of eruptions. *EOS Transactions AGU*, 78(49), 565, 570-571. <https://doi.org/10.1029/97EO00337>
- Hagerty, M.T., Schwartz, S.Y., Garcés, M.A., y Protti, M. (2000). Analysis of seismic and acoustic observations at Arenal Volcano, Costa Rica, 1995-1997. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 101(1-2), 27-65. [https://doi.org/10.1016/S0377-0273\(00\)00162-1](https://doi.org/10.1016/S0377-0273(00)00162-1)
- Hilje Quirós, L. (2023). Un recuento de la historia de la biología en Costa Rica, en la voz del Dr. Rafael Lucas Rodríguez Caballero. *Revista Herencia*, 36(1), 243-286.
- Hilje Quirós, L., y Dauphin, G. (2022). Henri Pittier, el primer científico conservacionista en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(2), 226-241. <https://doi.org/10.15359/rca.56/2.12>
- Hoffmann, (1856). Eine Excursion nach dem Volcan de Cartago in Central-America. *Bonplandia Zeitschrift für die gesammte Botanik*, 4(3), 27-30.

- Instituto Geográfico Nacional. (1957). *Henri F. Pittier, Centenario de su nacimiento*. Instituto Geográfico Nacional.
- Instituto Geográfico Nacional. (1989). *100 años Instituto Geográfico Nacional: edición conmemorativa*. Taller de reproducción del Instituto Geográfico Nacional.
- Kavanagh, J.L., Annen, C.J., Burchardt, S., Chalk, C., Gallant, E., Morin, J., Scarlett, J., y Williams, R. (2022). Volcanologists—who are we and where are we going?. *Bulletin of Volcanology*, 84(53). <https://doi.org/10.1007/s00445-022-01547-7>
- La Gaceta Diario Oficial. (2 de octubre de 1864a). Nota sobre la lluvia de ceniza. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 286, p. 4.
- La Gaceta Diario Oficial. (9 de octubre de 1864b). El volcán de Turrialba y sus cenizas. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 287, p. 4.
- La Gaceta Diario Oficial. (4 de febrero de 1865). Lluvia de ceniza. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 303, p. 2.
- La Hora. (21 de junio de 1933). Junto al cráter del volcán Irazú. *La Hora*, p. 1 y 2.
- La Información. (27 de enero de 1910). Las erupciones más notables del volcán Poás. *La Información*, p. 2.
- La Información. (18 de junio de 1918). El temblor del domingo. *La información*, p. 4.
- La Nueva Prensa. (17 de julio de 1898). Nuestro Instituto Físico-geográfico. *La Nueva Prensa*, p. 2.
- La Prensa Libre. (12 de agosto de 1898). Economías....*En el lujo*. *La Prensa Libre*, p. 2.
- La Prensa Libre. (30 de marzo de 1901a). El Boletín del Instituto Físico Geográfico y la cuestión con Colombia. *La Prensa Libre*, p. 2.
- La Prensa Libre. (9 de agosto de 1901b). Bibliotecas y otros centros. *La Prensa Libre*, p. 2.
- La Prensa Libre. (7 de septiembre de 1934). Un libro interesante. *La Prensa Libre*, p. 6.
- La Prensa Libre. (26 de agosto de 1936). Fuerte temblor fue sentido anoche en esta capital. *La Prensa Libre*, p. 1 y 5.
- La Prensa Libre. (12 de agosto de 1937). El jubileo de don Enrique Pittier. *La Prensa Libre*, p. 9.
- La Prensa Libre. (19 de junio de 1939a). 6 Temblores fuertes y 12 microsismos en veinte horas. *La Prensa Libre*, p. 1-2 y 4-5.
- La Prensa Libre. (27 de septiembre de 1939b). Vuelve a aparecer la Revista C. N. A. *La Prensa Libre*, p. 5.
- La Prensa Libre. (7 de febrero de 1946). Hora e intensidad de los temblores de anoche. *La Prensa Libre*, p. 7.
- La Prensa Libre. (2 de abril de 1964). Cualquier sismo producido por Irazú es signo normal. *La Prensa Libre*, p. 1 y 2-A.
- La Prensa Libre. (12 de noviembre de 1965). Acción contralora sobre todos los movimientos de tierra en C. Rica. *La Prensa Libre*, p. 12.
- La Tribuna. (22 de marzo de 1924a). El doctor Sapper en nuestras oficinas. *La Tribuna*, p. 4.
- La Tribuna. (9 de abril de 1924b). La conferencia del Dr. Sapper. *La Tribuna*, p. 4.
- La Tribuna. (6 de junio de 1924c). El profesor Obregón en su nuevo puesto. *La Tribuna*, p. 3.
- La Tribuna. (31 de marzo de 1932a). El Sub-Srio. de Educación presentará al Jefe de Estado un proyecto de decreto para crear la escuela de ciencias. *La Tribuna*, p. 1 y 4.
- La Tribuna. (9 de octubre de 1932b). Extraordinaria actividad del volcán Rincón de la Vieja. *La Tribuna*, p. 8.
- La Tribuna. (15 de diciembre de 1932c). Se efectuaron ayer los exámenes finales de la Escuela de Ciencias. *La Tribuna*, p. 2.
- La Tribuna. (1933a, 29 de abril). Atravesamos una época crítica, hasta tanto no se regulen las lluvias, dice el Ing. don Rafael Tristán, refiriéndose a los fenómenos meteorológicos ocurridos. *La Tribuna*, p. 1 y 8.
- La Tribuna. (17 de junio de 1933b). Las autoridades científicas hablan para La Tribuna sobre la lluvia de ceniza. *La Tribuna*, p. 1, 7 y 8.
- La Tribuna. (8 de junio de 1947a). Sismógrafo de grandes proporciones será construido en Costa Rica. *La Tribuna*, p. 9.
- La Tribuna. (12 de junio de 1947b). Instalación de un sismógrafo en el Departamento de meteorología de la Universidad Nacional. *La Tribuna*, p. 2.
- La República. (25 de enero de 1891a). Bellísima Literatura. *La República*, p. 2.
- La República. (10 de febrero de 1891b). Gacetillas. *La República*, p. 2.
- La República. (12 de febrero de 1891c). La República. *La República*, p. 2.
- La República. (14 de febrero de 1891d). Gacetillas. *La República*, p. 2.
- La Voz. (22 de marzo de 1924a). El sabio geólogo alemán salió vía Limón. *La Voz*, p. 1.
- La Voz. (4 de abril de 1924b). En el Observatorio Nacional. *La Voz*, p. 1.
- La Voz. (21 de abril de 1924d). El doctor Sapper salió rumbo a Colombia. *La Voz*, p. 2.
- Lobo, A. (11 de marzo de 1939). Seguridad Pública, Movimiento de puertos. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 58, p. 543.

- Lohmann, W., Schaufelberger, P. (1934). Über die Talamanca-Kordillere und das Reventazon-Tal von Costa-Rica. *Central Für Mineralogie*, Abt. B(5), 204-208.
- Lomonte, B., y Ainsworth, S. (2000). Desarrollo científico en Costa Rica: un análisis bibliométrico a través del Science Citation Index, 1980-1998. En Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica (ed.), *Desarrollo científico y tecnológico en Costa Rica: logros y perspectivas* (Tomo III, pp. 81-114). Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica.
- Lomonte, B., y Ainsworth, S. (2002). Publicaciones científicas de Costa Rica en el Science Citation Index: análisis bibliométricos del trienio 1999-2001. *Revista Biología Tropical*, 50(3-4), 951-962.
- Los alumnos del IV Año B. (1925). Excursión al volcán Irazú. *El Liceísta*, 1(5), 9-10.
- Maison, F. (2 de agosto de 1878). Observaciones meteorológicas verificadas en la ciudad de San José. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 132, p. 3.
- Martin, S.J. (2019). Historia de las revistas científicas. *Luciérnaga: Revista Virtual*, 11(22), 45-69. <https://doi.org/10.33571/revistaluciernaga.v11n22a1>
- Matumoto, T. (1968). *Seismological observations at Mt. Arenal and other volcanoes in Costa Rica* [Preliminary Report]. Lamont Geological Observatory of Columbia University.
- Mendoza, S., y Paravic, T. (2006). Origen, clasificación y desafíos de las Revistas Científicas. *Investigación y Postgrado*, 21(1), 49-75. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872006000100003&lng=es&tlng=es
- Merino y Coronado, J. (24 de junio de 1939). Volcanes y terremotos. *Trabajo*, 3 y 6.
- Merino y Coronado, J. (1943). Sección del Instituto Físico-Geográfico. En M. R. Montealegre (ed.), *Memoria correspondiente al año 1943* (pp. 91-96). Secretaría de Agricultura. Imprenta Nacional.
- Métaxian, J.P., Lesage, P., Barquero, R., y Creusot-Eon, A. (1996). Características espectrales de las señales sísmicas y estimación de Vp en la estructura superficial del volcán Arenal. *Boletín del Observatorio Sismológico y Vulcanológico del Arenal y Miravalles*, 6(11-12), 23-44.
- Minakami, T., Utibori, S., y Hiraga, S. (1969). The 1968 Eruption of Volcano Arenal, Costa Rica. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, 47, 783-302.
- Molina Jiménez, I. (2014). Reforma educativa y resistencia ciudadana en la Costa Rica de finales del siglo XIX. *Secuencia*, 90, 57-75.
- Monge-Nájera, J., y Ho, Y. (2012). Costa Rica Publications in the Science Citation Index Expanded: a bibliometric analysis for 1981-2010. *Revista Biología Tropical*, 60(4), 1649-1661.
- Montealegre, A. (1921). Ascensión al volcán Irazú por Antonio Trollope. *Revista de Costa Rica*, II(8-9), 247-263.
- Montero, W. (1999). El terremoto del 4 de marzo de 1924 (Ms 7,0): ¿un gran temblor interplaca relacionado al límite incipiente entre la placa Caribe y la microplaca de Panamá? *Revista Geológica de América Central*, 22, 25-62. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i22.8586>
- Montessus de Ballore, F. (1884). *Temblores y erupciones volcánicas en Centro-América con un apéndice meteorológico*. Imprenta del Dr. Francisco Sagrini.
- Mora, M. (2021). *Informe de labores, periodo: 24 de marzo de 2020 al 23 de marzo de 2021*. [Informe interno]. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica.
- Mora, M. M., Peraldo Huertas, G., y Soto, G. J. (2024). La erupción del volcán Irazú 1917-1921 (Costa Rica): dinámica y entorno social. *Geofísica Internacional*, 63(2), 881-907. <https://doi.org/10.22201/igeof.2954436xe.2024.63.2.1736>
- Mora, M.M., Lesage, P., Dorel, J., Bard, P.Y., Métaxian, J.P., Alvarado, G.E., y Leandro, C. (2001). Study of seismic site effects using H/V spectral ratios at Arenal Volcano, Costa Rica. *Geophysical Research Letters*, 28(15), 2991-2994. <https://doi.org/10.1029/2001GL013049>
- Mora, M.M., Lesage, P., Valette, B., Alvarado, G.E., Leandro, C., Métaxian, J.P., Dorel, J. (2006). Shallow velocity structure and seismic site effects at Arenal volcano, Costa Rica. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 152(1-2), 121-139. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2005.09.013>
- Mora, M. M., Lesage, P., Taylor-Castillo, W., Vergniolle, S., Fourel, L., y Soto, G. J. (2022). Evolution and dynamics of the open-vent eruption at Arenal volcano (Costa Rica, 1968-2010): what we learned and perspectives. *Bulletin of Volcanology*, 84(7), 66. <https://doi.org/10.1007/s00445-022-01570-8>
- Morales, L.D. (1986). Historia de la Sismología en Costa Rica. *Revista de Filosofía*, 24(59), 93-104.

- Morales, L.D., Soley, J.F., Alvarado, G., Borgia, A., y Soto, G. (1988). Análisis espectral de algunas señales sísmicas de los volcanes Arenal y Poás (Costa Rica) y su relación con la actividad eruptiva. *Boletín del Observatorio Vulcanológico del Arenal*, 1(2), 1-25.
- Musson, R.M.W. (2013). A history of British seismology. *Bulletin of Earthquake Engineer*, 11, 715–861. <https://doi.org/10.1007/s10518-013-9444-5>
- Naranjo Gutiérrez, C. (1998). Boletín de Agricultura Tropical. *Revista de Historia*, 38, 169-176.
- Obregón, M. (1930). Instituto Físico Geográfico. En L. Cortes, *Memoria de la Secretaría de Educación Pública presentada al congreso constitucional, año 1929* (pp. 531-535). Imprenta Nacional.
- Obregón, M. (1934). Instituto Físico Geográfico. En L. Cortes, *Memoria de la Secretaría de Educación Pública presentada al congreso constitucional, año 1932* (pp. 312-314). Imprenta Nacional.
- Ovares, F. (1994). *Literatura de kiosko: revistas literarias de Costa Rica, 1890-1930*. Editorial de la Universidad Nacional.
- Ovares, F. (2011). *Crónicas de lo efímero: revistas literarias de Costa Rica*. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia.
- Peraldo, G. (2002). El pensamiento científico del siglo XIX y la evolución de la geología en Costa Rica y su enseñanza. En G. Peraldo (comp.), *Ciencia y Técnica en la Costa Rica del siglo XIX* (pp. 37-86). Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Peraldo, G. (2007). La geografía y la geología en la historia de la ciencia. Vicisitudes centroamericanas de los siglos XVIII y XIX 2007. En C. Lértora, (coord.), *Geografía e Historia Natural hacia una historia comparada. Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica y Paraguay* (pp. 313-356). Editorial FEPAL.
- Peraldo, G., Chinchilla, J., y Aguilar, T. (2007). El Dr. Paul Schaufelberger, un pionero de la Geología del siglo XX de Costa Rica. *Revista Geológica de América Central, Volumen especial: Una visión retrospectiva del pensamiento geológico*, 49-66. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i36.12292>
- Piqueras, M. (2007). Aproximación histórica al mundo de la publicación científica. *Cuadernos de la Fundación Dr. Antonio Esteve*, 9, 1-13. <https://raco.cat/index.php/QuadernsFDAE/article/view/260109>
- Pittier, H. (1889a). Informe presentado al señor Ministro de Instrucción Pública, sobre la marcha del Instituto Meteorológico durante el año de 1888. *Boletín del Instituto Meteorológico Nacional (Tomo 1 de los Anales del Instituto Físico-Geográfico, parte geográfica)*, Año 1888, 24-31.
- Pittier, H. (1889b). Apuntaciones sobre el clima y geografía de la República de Costa Rica. *Boletín del Instituto Meteorológico Nacional (Tomo 1 de los Anales del Instituto Físico-Geográfico, parte geográfica)*, Año 1888, 41-62.
- Pittier, H. (17 de enero de 1889c). Informe presentado al Supremo Gobierno de Costa Rica sobre los fenómenos sísmicos y volcánicos ocurridos en la Mesa Central en diciembre de 1888. *La Gaceta Diario Oficial*, N°12, 51-52.
- Pittier, H. (1890a). Sismi a S. Giuseppe di Costarica nel maggio 1890. *Bollettino dell'Osservatorio Centrale del Real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri, Serie II, X(VIII)*, 130.
- Pittier, H. (1890b). Lettre de M. H. Pittier sur l'Amerique centrale et le Costa Rica en particulier. *Bulletin de la Société Neuchateloise de Géographie*, Tome V, 1889-1890, 125-133.
- Pittier, H. (3 de octubre de 1890c). Algo más sobre volcanes. *La República*, 2-3.
- Pittier, H. (1893). Notes sur la géographie du Costa-Rica. *Nouvelles Géographiques*, 9, 133-137.
- Pittier, H. (1897). Appendix H: Notes on volcanoes and earthquakes in Costa Rica (for the United States Nicaragua Canal Board). En Gobierno de los Estados Unidos, *Report of the Board of Engineers for the Purpose of ascertaining the feasibility, permanence, and cost of construction and completion of the Nicaragua canal by the route contemplated and provided for the act which passed the Senate January 28, 1895* (pp. 143-146). Government Printing Office.
- Pittier, H. (1910). Costa Rica-Vulcan's Smithy. *The National Geographic Magazine*, XXI, 494-525.
- Quijano, A. (1939). Costa Rica ayer y hoy. 1800-1839. Editorial Borrás Hermanos.
- Ramírez, O. (4 de septiembre de 1968). Desarrollo minero riqueza para C. Rica. *La República*, 1 y 6.
- Ramírez, O. (24 de noviembre de 1969). Desarrollo minero sólo con nueva ley. *La República*, 1 y 4.
- Réclus, E. (1891). *Nouvelle Géographie Universelle, La Terre et les Hommes, XVII Indes Occidentales: Mexique, isthmes américains, antilles*. Librairie Hachette et Cle.
- Rudin, A. (1905). A visit to the volcano Poas. *Scientific American*, 93(21), 400.
- Rudin, J., Alfaro, A., Michaud, G., y Rudin, A. (9 de febrero de 1910). Documentos varios, informe de la erupción del volcán Poás del 25 de enero de 1910. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 31, 120-121.

- Sáenz León, S., y Rodríguez Ramos, N. (2022). Análisis bibliométrico de la producción científica de las universidades estatales de Costa Rica indexadas en Scopus, 2011-2019: una aplicación con el paquete de lenguaje R “Bibliometrix”. *Bibliotecas*, 40(1), 1-25. <http://dx.doi.org/10.15359/rb.40-1.1>
- Salvage, R. O., Avard, G., de Moor, J. M., Pacheco, J. F., Brenes Marin, J., Cascante, M., Müller, C., y Martínez Cruz, M. (2018). Renewed explosive phreatomagmatic activity at Poás volcano, Costa Rica in April 2017. *Frontiers in Earth Science*, 6, 160. <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00160>
- Sapper, K. (1912). Los últimos sucesos volcánicos en Centro América. *Páginas Ilustradas*, 9(318) 10-11 y 13.
- Sapper, K. (4 de julio de 1924a). [Carta a José Fidel Tristán]. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández, (CR-AN-AH-FITRIS-000172, folios 26-29).
- Sapper, K. (1924b). El Instituto Físico Geográfico, de Costa Rica. *Revista de Costa Rica*, 5(11), 269-276.
- Sapper, K. (1924c). Los efectos geográficos de los terremotos y erupciones volcánicas. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández, (CR-AN-AH-FITRIS-000084).
- Sapper, K. (1926). Die Vulkanische Tätigkeit in Mittelamerika im 20. Jahrhundert. II. Teil. *Zeitschrift für Vulkanologie*, IX(5), 231-270.
- Sapper, K. (1967). El Libro del Mes Los Volcanes de la América Central. *Revista Conservadora del Pensamiento Centroamericano*, 16(78). 1-78.
- Sapper, K. (1943). *Viajes a varias partes de la República de Costa Rica 1899 y 1924*. Colección Biblioteca Patria de José Francisco Trejos Quirós. Imprenta Universal.
- Serre del Saguès, P. (1920). Costa Rica país de volcanes y temblores de Tierra. *Revista de Costa Rica*, 2(2), 58-60).
- Solano, C., y Zamora, O. (2010). *Acervo digital en texto completo de la obra de Anastasio Alfaro y Henri Pittier en publicaciones periódicas costarricense: 1887-1949*. [Práctica dirigida de graduación no publicada]. Escuela de Bibliotecología y Ciencias de la Información, Universidad de Costa Rica.
- Schaufelberger, P. (5 de julio de 1931). Examen de algunos manantiales de las cordilleras. *Diario de Costa Rica*, 14.
- Schaufelberger, P. (1932). Un estudio elemental sobre la geología de Costa Rica. *La Escuela Costarricense*, 1(3), 3-33.
- Schaufelberger, P. (1934). La necesidad de un mapa geológico de Costa Rica y su importancia para industria cafetalera. *Revista del Instituto de Defensa del Café*, 1(1), 30-34.
- Schaufelberger, P. (1936). Sección de Geología y Mineralogía. *Boletín del Centro Nacional de Agricultura: Informe Anual 1934*, 18, 81-91.
- Schaufelberger, P. (1937). Informe de la sección de Geología y Mineralogía. *Boletín del Centro Nacional de Agricultura: Informe Anual 1936*, 23, 115-122.
- Schaufelberger, P., y Jiménez, E. (1933). Apuntes de Geología 7: algunas nociones sobre terremotos y temblores en Costa Rica. *Publicaciones del Liceo de Costa Rica*, 15, 1-31.
- Schosinsky, G., y Vargas, A. (2001). Hidrogeología de un sector de la margen izquierda del río Virilla, provincia de San José, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 24, 93-102. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i24.8552>
- Silva, E. (1900). Informe de los trabajos practicados en el Observatorio. En J. Facio (ed.), *Memoria de Instrucción Pública presentada al Congreso Constitucional de 1900* (pp. 99-101). Tipografía Nacional.
- Solano, F., y Díaz, R. (2009). Las revistas científicas de Costa Rica (1883 - 1910). En C. Lértora, (ed.), *Geografía e Historia Natural: estudio a través de Argentina, México, Costa Rica y Paraguay* (pp. 173-213). Editorial FEPAL.
- Solano, F., Díaz, R., y Amador, J. A. (2013). *La institucionalización de la meteorología en Costa Rica (1860-1910)*. Serie estudios sociales de la ciencia, la técnica y el medio ambiente. Editorial Nuevas Perspectivas.
- Soto, G.J., y Alvarado, G.E. (2004). Introducción y dedicatoria. *Revista Geológica de América Central, Número especial: La Vulcanología y su entorno geoambiental*, 30, 7-10.
- Stansifer, C. (11 de agosto de 1979). *A swiss naturalist in Costa Rica and Venezuela: Henri Pittier*. [Presentación de documento]. Pacific Coast Branch, American Historical Association Meeting. Honolulu, Hawaii, Estados Unidos.
- Tristán, J. F. (1905). [Cuaderno de notas de excursiones]. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández (CR-AN-AH-FITRIS-000081), San José, Costa Rica.
- Tristán, J. F. (1910). El volcán Irazú. *Magazine Costarricense*, 2(1), 54-64
- Tristán, J. F. (1914). El volcán de Miravalles. *Boletín de Fomento*, 4(3), 157-160.

- Tristán, J. F. (1919). [Cuaderno de notas sobre las excursiones al volcán Irazú]. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández (CR-AN-AH-FITRIS-000037), San José, Costa Rica.
- Tristán, J. F. (1924). El terremoto de San Casimiro! [Impresiones personales]. Archivo Nacional de Costa Rica. Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández (CR-AN-AH-FITRIS-000608, folios 007-037), San José, Costa Rica.
- Tristán, J. F. (1925). *Calamités au Costa-Rica par des phénomènes géologiques et volcaniques. Matériaux pour l'Etude des Calamités*, 2(5), 62-67. Archivo Nacional de Costa Rica, Archivo Histórico, Fondo José Fidel Tristán Fernández (CR-AN-AH-FITRIS-000116), San José, Costa Rica.
- Tristán, J. F. (1966). *Baratijas de antaño*. Editorial Costa Rica.
- Tristán, J. F., y Fernández, R. (4 de diciembre de 1917). Informe presentado al Sr. Ministro de Instrucción Pública sobre la actividad del volcán Irazú. *La Gaceta Diario Oficial*. p. 662-664.
- Tristán, J. F., y Fernández, R. (3 de noviembre de 1918). Actualidad científica. *La Información*, 4.
- Tristán, R. M., y Fernández, R. (1920). Temblores ocurridos en Costa Rica durante el año 1919. *Revista de Costa Rica*, 1(8-9), 246-247.
- Universidad de Costa Rica (UCR). (1954). *Departamento de Geología. Boletín de la Universidad de Costa Rica*, 1(3), 7 y 10.
- Valderrama, L. (2015). Seismic forces and state power: the creation of the Chilean Seismological Service at the beginning of the twentieth century. *Historical Social Research*, 40(2), 81-104. <https://doi.org/10.12759/hsr.40.2015.2.81-104>
- van der Laat, L., Mora, M. M., Pacheco, J. F., Lesage, P., y Meneses, E. (2022). Seismicity during the recent activity (2009–2020) of Turrialba volcano, Costa Rica. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 431, 107651. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2022.107651>
- Vargas, C. M. (27 de enero de 1929). Movimiento marítimo, Puntarenas, 25 de enero. *La Gaceta Diario Oficial*, N° 22, 133.
- Williams, H. (1952). Volcanic history of the Meseta Central Occidental, Costa Rica. *University of California Publications in Geological Sciences*, 29(4), 145-180.
- Williams-Jones, G., Stix, J., Heiligmann, M., Barquero, J., Fernández, E., y Gonzalez, E.D. (2001). A model of degassing and seismicity at Arenal Volcano, Costa Rica. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 108(1-4), 121-139. [https://doi.org/10.1016/S0377-0273\(00\)00281-X](https://doi.org/10.1016/S0377-0273(00)00281-X)
- Yacher, L. (2002). Les deux premières années du géographe Henri François Pittier au Costa Rica. *Revue historique vaudoise*, 110, 7-33.
- Zeledón, E. (2016). *Expediciones y estudios geográficos de la República de Costa Rica, realizados por Henri Pittier (1888-1905)*. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia.
- Zobin, V. M., Battaglia, J., Melson, W., y Sudo, Y. (2019). Two-stage modeling of Strombolian-type eruptions and quantification of the model parameters: Insight from the seismic and acoustic signals. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 297, 106318. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2019.106318>