



EPISTEMUS 2025; Núm. 38, Vol. 19 DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354 www.epistemus.unison.mx

Primeras Investigaciones Geológicas de la Isla más Aislada en el Golfo de California: Isla San Pedro Mártir

JESÚS ROBERTO VIDAL SOLANO^{1*}, ANDREA PAOLA COTA BURRUEL², LUIS ALONSO VELDERRAIN ROJAS³, ALEJANDRA MARISELA GÓMEZ VALENCIA ⁴

RESUMEN

Isla San Pedro Mártir se ubica en la parte central del Golfo de California, al este del límite de placas transformante Pacífico-Norteamérica. El primer estudio geológico realizado en este bloque rocoso y presentado en esta investigación muestra que las rocas que predominan en esta isla son de origen subvolcánico y forman cuerpos tabulares con bordes vítreos y brechoides, emplazados en la estratificación de depósitos piroclásticos de tipo surtseyano. El estudio petrográfico pone en evidencia una misma asociación mineral para todas las unidades, con presencia de fenocristales anfibol, plagioclasa, feldespato alcalino y, en menor cantidad, clinopiroxeno, en una matriz traquítica de microlitos de plagioclasa. La unidad de mayor extensión es denominada Dacita San Pedro Mártir y muestra evidencias físicas y mineralógicas de una inmiscibilidad magmática. Las asociaciones minerales muestran que todas las rocas estudiadas son de una composición félsica y pueden ser clasificadas como dacitas. Finalmente, las primeras investigaciones geológicas en esta isla permiten establecer su conformación ígnea de composición similar, que atestiguan el registro de un sistema de plomería magmática subvolcánico y volcánico relacionado al límite de placas oblicuo divergente.

Palabras clave: Golfo de California, isla volcánica, rocas subvolcánicas, Isla San Pedro Mártir

1 Dr. en Petrología Magmática, Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, <u>Roberto.vidal@unison.mx</u>, ORCID <u>https://orcid.org/0000-0001-5927-4215</u>.

2 Lic. en Geología, Maestría en Ciencias-Geología, Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, ORCID: https://orcid.org/0009-0008-8298-0589

3 Dr. en Petro-tectónica y paleomagnetismo, Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, Luis.velderrain@unison.mx, ORCID https://orcid.org/0000-0002-9635-4027

4 Dra. en Petro-tectónica y geología, Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, alejandra.gomez@unison.mx, ORCID https://orcid.org/0000-0003-1744-2270

Autor de Correspondencia: Jesús Roberto Vidal Solano, roberto.vidal@unison.mx

Recibido: 30 / 11 / 2023 Aceptado: 28 / 01 / 2025 Publicado: 09 / 04 / 2025





Cómo citar este artículo:

Vidal Solano, J. R., Cota Burruel, A. P., Velderrain Rojas, L. A., & Gómez Valencia, A. M. (2025). Primeras Investigaciones Geológicas de la Isla más Aislada en el Golfo de California: Isla San Pedro Mártir. EPISTEMUS, 19(38), e3804354. <u>https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354</u>

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



First Geological Investigations of the Most Isolated Island in the Gulf of California: Isla San Pedro Mártir

ABSTRACT

Isla San Pedro Mártir is located in the central part of the Gulf of California, east of the Pacific-North America transform plate boundary. This research presents the first geological study of this rocky block, revealing that its predominant rocks are of subvolcanic origin. These rocks form tabular bodies with vitreous and brecciated edges, emplaced within the stratified of Surtseyan-type pyroclastic deposits. Petrographic analysis reveals a consistent mineral assemblage for all units, with the presence of amphibole, plagioclase, alkali feldspar phenocrysts, and, to a lesser extent, clinopyroxene, embedded in a trachytic matrix of plagioclase microlites. The most extensive unit, referred to as the San Pedro Mártir Dacite, exhibits both physical and mineralogical evidence of magmatic immiscibility. The mineral assemblage indicates that all the studied rocks are felsic in composition and can be classified as dacites. Finally, the first geological investigations on this island allow us to establish that the island is composed of igneous rocks of similar composition. This uniformity attests to the presence of a subvolcanic magmatic plumbing system related to the oblique divergent plate boundary.

Key words: Gulf of California, volcanic island, subvolcanic rocks, Isla San Pedro Mártir

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



INTRODUCCIÓN

Isla San Pedro Mártir (ISPM) es una pequeña isla que tiene forma de cúpula, con un área de 2.79 km², ubicada a 61 km del puerto de Bahía de Kino, en el estado de Sonora; a 64 km de Punta San Gabriel, en la Bahía San Francisquito de la península de Baja California (Figura 1), y a 24 km al este del límite de placas Pacífico-Norteamérica. La ISPM presenta una geomorfología dominada por relieve escarpado y de grandes acantilados. Se eleva aproximadamente a 305 msnm.



Figura 1. Mapa de localización de Isla San Pedro Mártir en el Golfo de California, las estrellas color amarillo señalan los puertos más cercanos.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ

La ISPM es parte de las islas distribuidas a lo largo del Golfo de California, las cuales, además de representar gran riqueza biológica marina y terrestre, albergan evidencias geológicas que nos ayudan a comprender la evolución y establecimiento del actual Golfo de California. Este comenzó siguiendo el cese de la subducción de la placa Farallón debajo de la placa Norteamericana a partir del Mioceno tardío ~12.5 Ma. En ese tiempo dió comienzo a un rift oblicuo y a la ruptura continental entre los 12.5 y 6 Ma, en una etapa conocida como Proto-Golfo de California. Eventualmente derivó en la apertura del Golfo de California a los ca. 6 Ma. El magmatismo que ocurrió durante la etapa protoGolfo es evidenciado tanto en continente como en las islas a lo largo del Golfo de California.

Velderrain-Rojas et al. (2022) [1] realizan una distinción entre estas islas, clasificándolas en dos tipos: como a) islas de origen continental caracterizadas por un basamento granítico mesozoico, algunas cubiertas por secuencias volcánicas, como en Isla Tiburón [2] y en Isla Ángel de la Guarda [3]; y b) islas de origen volcánico compuestas por secuencias volcánicas sin-rift, más jóvenes, del Pleistoceno, como Isla San Esteban [4], [5] e Isla San Luis [6]. Por otra parte, estudios en la Isla San Pedro Nolasco (ISPN), ubicada a 100 km al SE del área de estudio, muestran la ocurrencia de rocas de tipo intrusivo, únicas y jóvenes, del Mioceno superior (10-9 Ma) [1], [7]. Sin embargo, los únicos estudios geológicos reportados para el área de estudio son los de la cartografía geológico-minera regional 1: 250 000 del Servicio Geológico Mexicano realizados en la carta isla San Esteban (H12– 10) [8]. En ese documento mencionan de manera general que las rocas de la ISPM corresponden a brechas dacíticas y tobas riolíticas del Mioceno tardío-Plioceno (<11.2 Ma; unidad TplBvDa-TR) correlacionable con la Formación Comondú de la parte suroeste de la Isla Tiburón y la región sur de Bahía de Los Ángeles en Baja California.

Bajo el contexto anterior, la Isla San Pedro Mártir es un potencial laboratorio natural, clave para estudiar su geología y la relación con los eventos tectónico-magmáticos ocurridos en el noroeste de México. En este trabajo presentamos el primer estudio geológico y petrográfico de la ISPM.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



La isla más aislada en el Golfo de California

La ISPM fue decretada reserva de la biósfera en junio del 2002 [9]. La reserva, reconocida por su gran riqueza biológica, tanto marina como terrestre (Figura 2), se encuentra en las listas de regiones marinas prioritarias de México y de las áreas de importancia para la conservación de aves. La Isla San Pedro Mártir tiene una relevancia científica como un laboratorio biológico natural sobre la adaptación y la evolución de especies, pues las características geológicas y el aislamiento, a los que se han vistos sometidas sus comunidades y ecosistemas, ofrecen oportunidades excelentes para estudiar procesos de colonización, dispersión y adaptación de especies, tal y como se reporta en el Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Isla San Pedro Mártir [9]. Las especies más exóticas que habitan en ella son dos endémicas de lagartijas; la primera, de costado manchado (Uta palmeri; Figura 2 A), y la segunda, lagartija cola de látigo (Cnemidophorus martyris). El aislamiento de la ISPM y sus escarpados acantilados en todo su perímetro la vuelven un sitio seguro para aves migratorias, ya que en ella habitan la colonia de bobo patas azules y de bobo café (Figura 2 B). Las características de las zonas costeras de la isla, que son formadas por cantos rodados, la convierten en una zona en donde habita la tercera colonia de lobos marinos (Zalophus californianus; Figura 2 C) más grande del Golfo de California [9].

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



Figura 2. (A) Lagartija endémica Uta palmeri, especie exótica que habita en ISPM; (B) especie bobo pata azul; (C) colonia de lobos marinos Zalophus californianus que habitan en las partes costeras de Isla San Pedro Mártir. Fotografías tomadas durante el trabajo de campo 2023

El fondo marino de las islas del Golfo de California está conformado por cuencas o depresiones de gran profundidad. Las características del fondo marino de la ISPM están conformadas por una gran depresión al suroeste de la isla que rebasa profundidades de hasta 100 metros [10], [11] [21]. Al oeste de la isla está la Cuenca Salsipuedes, es muy estrecha y sus profundidades alcanzan los 1 400 metros [10], [11]. En conjunto, la batimetría de la isla presenta algunas

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



variaciones importantes desde fondos profundos; sin embargo, hacia el lado norte y este las profundidades son más someras que hacia el sur y oeste (Figura 3).



Figura 3. Batimetría y contexto tectónico del área de estudio: (A) Ubicación de la Isla San Pedro Mártir (ISPM) con respecto al límite de placas Golfo de California; el límite de las placas Pacífico y Norte Norteamericana está marcado en línea roja, las islas más cercanas a ISPM son Isla San Pedro Nolasco (ISPN), Isla San Esteban (ISE) e Isla Tiburón (IT);

(B) área de estudio del recuadro negro en (A), mostrando la superficie emergida de la ISPM y la sumergida que alcanza profundidades de más de 500 metros. Se muestra una geometría asociada a fallas transformantes activas e inactivas, formando cuencas abandonadas tipo pull-apart.

Marco geológico

La evolución tectónica del Noroeste de México comprende desde la subducción de la placa Farallón, y sus microplacas Guadalupe y Magdalena, debajo de la placa Norteamericana, a partir del Mesozoico hasta el Mioceno medio [1]. A partir del Eoceno tardío-Oligoceno, y a consecuencia del magmatismo generado por la subducción, se formó la gran provincia de la Sierra Madre

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ

Occidental (SMO), que consiste en flujos de lavas e ignimbritas riolíticas, alternadas con flujos de lavas basálticas [12], [13], [14], así como la formación del Grupo Comondú, en la microplaca de Baja California, compuesta por rocas volcanoclásticas y volcánicas oligocénicas y miocénicas [15], [16]. Esta actividad de firma calcoalcalina dominó en Baja California hasta el cese de la subducción a ca. 12.5 Ma. Además del intenso volcanismo generado en el continente, el fallamiento tuvo un papel importante durante esta evolución, reflejado por la fase distensiva del Oligoceno-Mioceno, denominada Basin and Range. Esta fase fue responsable de la formación de horsts y grabens, que dejaron al descubierto el basamento granítico profundo, cuyas edades corresponden principalmente al Cretácico tardío-Eoceno, principalmente expuesto en la costa sur de Sonora.

Al cese de la subducción en el Mioceno medio-tardío (ca. 12 Ma), un episodio volcánico de magmas riolíticos con afinidad hiperalcalina ha sido reportado por Vidal-Solano (2005) [17] y Vidal-Solano et al. (2007) [18]. Una unidad litológica de esta sucesión presenta en particular una amplia distribución en el noroeste de México, siendo reconocida en Sonora como la Ignimbrita de Hermosillo, pero como la Toba San Felipe en Baja California. Este volcanismo se asocia a la ruptura continental y el inicio del establecimiento del Proto-Golfo de California, un evento inicial para el desarrollo del límite de placas Pacífico-Norteamérica. Su registro geológico se expone claramente en las islas continentales más grandes en el Golfo de California, como la Isla Tiburón y la Isla Ángel de la Guarda, que contienen a un basamento metamórfico Precámbrico-Mesozoico, con plutones del Cretácico, que es cubierto de manera discordante por rocas sedimentarias y volcánicas del Mioceno medio al Plioceno [19], [20]. Otras rocas volcánicas ligadas al arco continental del Oligoceno-Mioceno se exponen en numerosas islas a lo largo del margen occidental del Golfo de California, incluyendo a las islas de Coronado, Monserrat, Danzante, San Marcos, San Lorenzo y Las Ánimas. Las islas más jóvenes del Golfo de California (<5 Ma), como la Isla Tortuga (1.7 Ma) [21] y la Isla San Luis (4 725 años antes del presente) [6], están conformadas por flujos basáltico-andesíticos y tobas riolíticas de afinidad toleítica, respectivamente. Además, rocas volcánicas calcoalcalinas y de afinidad adakíticas, con edades de entre 4.5 y 2.5 Ma, se exponen en la isla cercana de San Esteban [4]. Finalmente, estudios en

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



la Isla San Pedro Nolasco reportan la existencia de rocas intrusivas del Mioceno tardío (de 9 a 10 Ma) relacionadas al protoGolfo [1], [7].

METODOLOGÍA

La Isla San Pedro Mártir cuenta con 4 puntos de acceso, se trata de 3 pequeñas playas compuestas por rodados, en donde fue posible realizar el levantamiento geológico, las cuales llevan por nombre Caleta Faro, al norte; Barra Rabijunco, situada al noreste de la isla; mientras que en la punta suroeste se encuentran Barra Bayas y, en el sureste, Punta Cuervito, este último en forma de un pequeño valle inclinado cubierto por sedimentos cuaternarios. La zona núcleo de la isla (Figura 4), ubicada en la parte superior, conforma una meseta compuesta por una cobertura sedimentaria reciente y vegetación. La morfología de la isla en todo su perímetro es completamente escarpada y cubierta abundantemente por guano (Figura 4); sin embargo, permitió la realización del levantamiento geológico y el muestreo sistemático de las unidades, así como la medición y descripción, tanto de los cuerpos litológicos, como de las estructuras que los afectan (Figura 5).

Se recolectaron un total de 28 muestras de roca para estudios petrológicos. En estas, una vez definida la petrofábrica, se indicó la línea de corte para obtener la superficie ideal para su análisis [22]. La preparación de secciones delgadas se realizó en el taller de corte y laminado del Departamento de Geología en la Universidad de Sonora. Este procedimiento consistió en cortar y pulir las muestras de mano, para después, obtener láminas delgadas (Figura 6).

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354

J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ



Figura 4. (A) Ubicación de los sitios de acceso a la ISPM con su toponimia asignada; (B) aspecto actual de la ISPM vista desde el lado este; (C) y (D) sitio Caleta Faro, se aprecia una pequeña playa rocosa donde se estableció el campamento. La superficie de color blanco en las imágenes corresponde a una permanente cobertura de guano.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354





Figura 5. Imágenes del trabajo de campo. (A) Método empleado para la toma de datos estructurales, utilizando la regla de la mano derecha con una brújula Brunton tipo Silva; (B) aspecto de la unidad reconocida que es derivada de un hidrovolcanismo explosivo;

(C) y (D) imágenes del muestreo de las litologías reconocidas.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ



Figura 6. Preparación de láminas delgadas en el taller de corte y laminado del Departamento de Geología, Universidad de Sonora: (A) máquina de desbastado; (B) máquina utilizada para el corte de roca (C); polvos de carburo de silicio, como abrasivo para pulir la roca; (D) secciones pulidas de las muestras de roca cortadas.

RESULTADOS

La geología de la ISPM es poco variada y está compuesta por cuerpos rocosos de origen subvolcánico y menormente volcánico, con pocos cambios de litofacies, así como ligeras variaciones texturales y mineralógicas (Tablas 1 a la 6). Estructuralmente, la ISPM se encuentra

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



afectada por un complejo de fallas de tipo normal, oblicuo y sinestral con rumbos preferenciales de NE (50-80° az), SW (180-220°az) y NW (310-350°az) e inclinaciones de 60 a 80° bajo la regla de la mano derecha. Se realizó el levantamiento litológico en los lugares con mayor exposición como fue mencionado en el apartado de metodología (Figura 4 y 5).

Tres unidades litológicas fueron reconocidas de acuerdo con su mineralogía y relaciones de corte, permitiendo establecer una estratigrafía. A continuación, se describen las unidades, de la más antigua a la más joven, junto con los resultados obtenidos en el análisis petrográfico. Los minerales identificados bajo el microscopio se presentan con la siguiente abreviatura: PI o PIg, plagioclasa; FA, feldespato alcalino; Anf, anfíbol; Cpx, clinopiroxeno; Ox Fe-Ti, óxidos de fierro y titanio; así como Pz, pómez.

Dacita antigua

Esta unidad rocosa se distingue por encontrarse discordantemente a la base de la sucesión de rocas, por medio de una superficie erosional. Se compone de cuerpos rocosos dacíticos con disposición subhorizontal y capas masivas de aspecto volcánico (posible domo, Figura 7 y 8), con textura muy poco porfírica (<10 % de fenocristales) de grano fino, con tamaños menores a un milímetro. La mineralogía de la roca es dominada por fenocristales de plagioclasa y anfíbol. Presenta delgadas inyecciones verticales con textura fluidal (Figura 8 A), que regularmente muestran un tamaño de grano fino y una textura altamente vesicular (Figura 8 F). A continuación, se presenta una tabla que resume las muestras recolectadas en esta unidad, acompañada de fotografías y descripciones generales de las muestras de mano (Tabla 1).

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354

lave	Unidad	Fotografía de la muestra	Descripción general de la muestra de mano
SPM23-4	Dacita antigua		Dacita hipohialina afírica, vesicular- miarolítica de matriz vítrea, altamente oxidada.
SPM23-5	Dacita antigua		Dacita hipohialina afírica ligeramente orientada de matriz vítrea con amígdalas.
SPM23- 10	Dacita antigua	Canal and Constant of the cons	Inyección dacítica afírica, de matriz microcristalina, con textura fluidal, presenta alta oxidación.

Tabla 1. Descripciones de las muestras de mano de la Unidad Dacita Antigua.

Petrográficamente, todas las muestras presentan una mineralogía similar, son ligeramente porfídicas de PI>FA>OxFe-Ti (los FA se encuentran fracturados y con textura en criba; Figura 7 y 8), el Cpx aparece como fenocristales aislados (Figura 7 C), con centros corroídos y bordes desestabilizados, envueltos en una matriz criptocristalina afieltrada con microlitos de PI y Ox Fe-Ti (Figura 7 y 8). En particular existen fenocristales de plagioclasa subhedrales que muestran bordes corroídos y con pequeños cristales de anfíbol en el centro (Figura 8 B). Presentan Ox Fe-Ti en la matriz que exhiben una cristalización en parches (Figura 8 E). La Tabla 2 muestra los aspectos generales de los resultados petrográficos.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354





Figura 7. Características físicas de la Unidad Dacita Antigua: (A) afloramiento de textura masiva y detalle de las muestras de mano afíricas, recolectadas en este sitio; (B) microfotografía que muestra una textura ligeramente porfídica de plagioclasa y feldespatos alcalinos; (C) fenocristal de clinopiroxeno con bordes corridos y reemplazado por óxidos de fierro-titanio; (D) matriz microcristalina oxidada con microlitos y microfenocristales de plagioclasa.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ



Figura 8. Aspecto de las inyecciones de la Unidad Dacita Antigua: (A) afloramiento de facies vesiculares y cristalinas de grano fino; (B) fenocristal de plagioclasa con centros corroídos y bordes desestabilizados; (C) matriz traquítica fluidal con óxidos de fierro y titanio; (D) facies verticales fluidales, masivas y oxidadas; (E) matriz microcristalina rica en óxidos en forma de parches; (F) muestra de mano de las inyecciones con textura vesicular

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



Clave	Localidad	UTM E	Ν	Roca	Textura	Fenocristales	Glomeros	Matriz	Obs/Alteración
SPM23-4	Barra Bayas	370784	3139823	Dacita	Afieltrada, fluidal, altamente vesicular y muy ligeramente porfírica	Plg,FA, Anf, Ox-FeTi		Vítrea criptocristalina	Alta oxidación selectiva en anfíbol y en vesículas
SPM23-5	Barra Bayas	370778	3139813	Dacita	Afieltrada, ligeramente fluidal y muy ligeramente porfírica	Plg, FA Anf, Cpx, OxFe-Ti		Vítrea criptocristalina	Alto contenido de óxidos en la matriz
SPM23- 10	Barra Bayas	370805	3139964	Dacita	Fluidal en bandas, ligeramente porfírica	Plg,FA		Vítrea a criptocristalina	Zoneamiento en plagioclasa, bandas de OxFe-Ti
SPM23-6	Barra Bayas	370809	3140002	Dacita	Afieltrada ligeramente porfírica y fragmentaria	Plg, FA y OxFe-Ti		Microcristalina fluidal de plg y óxidos	Vestigios de anfiboles y alta oxidación en la matriz

Tabla 2. Descripciones petrográficas y coordenadas de las muestras de la Unidad Dacita

Antigua

Dacita Surtseyana

La clásica erupción del volcán Surtsey, en 1963, dio origen al término *erupción surtseyana*, derivado de la formación de una isla volcánica situada en Islandia [23]. Esta resultó como producto del crecimiento de un volcán submarino que alcanzó niveles poco profundos de aguas someras, provocando violentas erupciones explosivas, que generan la fragmentación del magma [23]. La erupción de Surtsey pasó por fases submarinas y marginalmente emergió, terminando en un periodo de actividad estromboliana y hawaiana [23]. Las erupciones surtseyanas se caracterizan por la interacción de un magma en erupción con abundante agua externa. Comúnmente comienzan en ambientes subacuáticos poco profundos donde la tefra acumulada forma un volcán en forma de montículo antes de emerger [24]. Durante esta etapa subacuática, las corrientes piroclásticas densas juegan un papel importante en la configuración del edificio y en la impartición de características para el depósito. Las erupciones surtseyanas generalmente producen edificios en forma de cono por acumulación de depósitos húmedos de caída y corrientes piroclásticas densas. [24].

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ

El término *palagonita* es utilizado en este artículo para referirse al proceso de temple o de enfriamiento violento e hidratación que provoca la formación de arcillas de color amarillo derivadas del fenómeno hidrovolcánico, en este caso el surtseyano. Aunque el término palagonita es más común en vidrios máficos, los vidrios dacíticos también pueden sufrir una alteración similar. Esto podría generar un material visualmente similar a la palagonita pero con una composición química y mineralógica distinta.

La Unidad Dacita Surtseyana ocurre de forma discordante y sobreyaciendo a la unidad dacita antigua (Figura 9 B). Esta forma depósitos palagoníticos de corriente densamente piroclástica de tipo oleada piroclástica. Su distribución es en forma de lentes amarillos con estratificación cruzada de tipo traccional (Figura 9 C). Sus depósitos se componen por capas de toba lítica y toba-brecha de coloración amarilla con líticos fragmentarios (Figura 9 E), proyectiles de bloques por lo regular de 20 cm de diámetro (Figura 9 D), bombas decimétricas, así como bloques y *lapilli* de pómez porfíricos de anfíbol (Figura 9 E). La Tabla 3 resume las muestras de mano recolectadas en esta unidad, acompañada de fotografías y descripciones generales.

Clave	Unidad	Fotografía de la muestra	Descripción general de la muestra de mano
SPM23-7	Dacita surtseyana		Bloque de <i>lapilli</i> en depósito de oleada, de color blanco- grisáceo, de composición félsica, porfírico de anfíbol.
SPM23- 11	Dacita surtseyana		Porción más fina de una toba brecha en depósito de oleada, color amarillo claro-blanco, porfírica de anfíbol, de composición félsica-intermedia, matriz vítrea poco soldada con <i>lapilli</i> de pómez angulosos de 1 a 5 cm y líticos de dacita, presenta sales y/o zeolitas.
SPM23- 16	Dacita surtseyana		Porción más fina de una toba brecha de oleada de color gris a amarillo, de composición intermedia-félsica, con alto contenido de <i>lapilli</i> de pómez, bloques y bombas, en una matriz vítrea ligeramente orientada, poco soldada y ligeramente arcillosa, presenta sales y/o zeolitas

Tabla 3. Descripciones de las muestras de mano de la Unidad Dacita Surtseyana

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354





SPM23- 17	Dacita surtseyana	517123 ; 7	Bloque de dacita de color gris, de grano fino, afírica y finamente vesicular, en una matriz vítrea de apariencia porosa.
SPM23- 18	Dacita surtseyana		Toba de <i>lapilli</i> lítica en depósito de oleada, color gris, de composición intermedia-félsica, matriz vítrea poco soldada, con <i>lapilli</i> de pómez y fragmentos líticos.
SPM23- 20A	Dacita surtseyana		Porción más fina de una toba brecha, en depósito de oleada, color gris-amarillo, de composición félsica-intermedia y matriz vítrea ligeramente soldada, con bloques de pómez de hasta 10 cm y con un alto contenido de líticos, presenta sales y/o zeolitas.
SPM23- 20B	Dacita surtseyana		Bloque de pómez afírico color beige, en depósito de oleada, ligeramente permeado por sales y/o zeolitas

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354

J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ



Figura 9. Aspecto de la Unidad Dacita Surtseyana: (A) afloramiento del depósito de facies de toba lítica y toba brecha; (B) detalle de las capas que sobreyacen discordantemente a la unidad dacita antigua; (C) depósito palagonítico (hidratación del vidrio color amarillo) con estratificación cruzada en forma de cuña, sobre un paleorelieve conformado por la unidad dacita antigua y cortado por fallas normales. En la parte superior se puede observar la ocurrencia concordante de las facies de borde vítreo de la Unidad Dacita San Pedro Mártir; (D) evidencia de un proyectil contenido en el depósito palagonítico de toba lítica de la imagen A; (E y F) aspecto del depósito de facies de toba brecha con bloques de pómez y líticos porfídicos de anfíbol.

La petrografía indica que estos depósitos están constituidos predominantemente por cenizas vítreas, de pómez y líticas. Las muestras analizadas se caracterizan por presentar lapilli de pómez alargados, alto contenido en líticos y una tonalidad amarilla en la matriz, derivada del temple de la ceniza vítrea. Son escasamente porfídicas (Figura 9 F), con fenocristales anhedrales de FA>OxFe-Ti>Anf (Figura 10), en una matriz vítrea con microcristales de feldespatos (Figura 10). Todos los cristales observados en estas láminas presentan una forma fragmentaria (Figura 10 C) y algunos presentan texturas en criba. Los líticos alcanzan tamaños de hasta 8 milímetros, y los

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



escasos fenocristales presentes oscilan entre tamaños de 1 a 3 milímetros. La Tabla 4 muestra los aspectos generales de los resultados petrográficos.



Figura 10. Microfotografías de la Unidad Dacita Surtseyana que muestran la constitución de los líticos y de los *lapilli* de pómez, con la misma mineralogía de las unidades descritas anteriormente (A y B); (C) textura porfírica con fenocristales de plagioclasa y feldespato alcalino de los líticos vitreos del depósito; (D) matriz criptocristalina con microlitos de feldespatos y óxidos de fierro-titanio de los bloques líticos en el depósito.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354

Tabla 4. Descripciones petrográficas y coordenadas de las muestras de la Unidad Dacita

Surtseyana

Clave	Localidad	UTM	Ν	Roca	Textura	Fenocristales	Matriz	Obs/Altera
						/ Piroclastos		CION
SPM23 - 11	Barra Bayas	370839	313998 7	Lapillita lítica de composició n félsica	Hipocristalin a, porfírica fragmentaria , lítica	<i>Lapilli</i> de pomez alargados, Plg, FA, OxFe-Ti	Vítrea muy escasament e con cristales	Arcillosa templada y oxidación moderada
SPM23 - 16	Barra Rabijunco	372925	314072 2	Toba brecha de composició n félsica	Hipocristalin a, lítica, porfírica fragmentari a	Líticos, Plg,FA,Anf	Vítrea muy escasament e con cristales	Oxidación en matriz
SPM23 - 17	Barra Rabijunco	372859	314067 2	Bloque de dacita	Hipohialin a, muy poco porfírica y orientada	Plg, FA	Vítrea a criptocristalin a fluidal de microlitos de Plg	Oxidación
SPM23 - 18	Barra Rabijunco	372875	314068 5	Toba de <i>lapilli</i> lítica de composició n félsica	Hipocristalin a, muy ligeramente porfírica- fragmentaria , lítica	Plg, FA, OxFe- Ti, líticos	Con cristales	Arcillosa, oxidación y temple en matriz
SPM23 - 19	Barra Rabijunco	372875	314068 5	Bloque de dacita	Hipohialin a, muy ligeramen te porfírica y orientada	Plg,FA, OxFe- Ti	Vítrea a criptocristalin a fluidal de microlitos de plg	Arcillosa, oxidación y temple en matriz
SPM23 - 20A	Barra Rabijunco	372849	314065 7	Toba brecha de composició n riolítica	Hipohialina, muy escasament e porfirica fragmentaria	Plg,Fa, lapillis de Pómez	Con micro- fenocristal es de plg orientados	
SPM23 - 20B	Barra Rabijunco	372851	314065 9	Bloque de pómez	Hipohialina	Plg, FA	Vítrea	Arcillosa

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



Dacita San Pedro Mártir

Se trata de una unidad subvolcánica emplazada concordantemente en cuerpos tabulares como sills dentro de la Unidad Dacita Surtseyana, aprovechando sus planos de estratificación. En algunas localidades esta unidad ha englutido y ha ahorcado a los depósitos de la Unidad Dacita Surtseyana, dejándolos en forma de cuerpos lenticulares. Estos cuerpos son expuestos por todo el litoral de la isla, regularmente presentan una simetría del centro al borde en sus facies y sus bordes son vítreos y/o brechoides (superior e inferior; Figura 11). En la porción noreste de la ISPM, en la localidad de Rabijunco, se presenta como un alimentador de actitud subvertical. Las facies centrales en esta unidad son gruesas (>100 m), masivas, cristalinas de tamaño fino a medio y presenta una ligera orientación en los cristales. Su textura fluidal en bandas o capas es evidenciada por una competencia distinta al intemperismo y distintas tonalidades (Figura 11). Las litofacies de este cuerpo varían entre vítreas, fluidales (Figura 11 A, B y C), brechoides (Figura 11 B y C), estratificadas (Figura 11 D, E y F) y vesiculares o miarolíticas a la base del cuerpo. Esta roca, de aspecto volcánico y de composición félsica, muestra zonas de inmiscibilidad (Figura 11 F) y se clasifica como una dacita según su mineralogía rica en plagioclasa y feldespato alcalino. Su textura porfídica presenta fenocristales de plagioclasa, feldespato alcalino, anfíbol oxidado y muy pocos cristales de clinopiroxeno (Tabla 5).

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354

J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ



Figura 11. Aspecto de las litofacies de la Dacita San Pedro Mártir: (A, B y C) cambios marcados en el flujo híbrido con al menos dos tonos. En A se aprecian facies vítreas y brechoides en el borde del cuerpo del sitio Barra Bayas; (D) alimentador de la DSPM; (E) facies masiva microcristalina de gran espesor (>100m), a la cima de la isla en el sitio Caleta Faro; (F) detalle de la inmiscibilidad en las facies microcristalinas en el flujo de la DSPM.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



Tabla 5. Descripciones de las muestras de mano de la Unidad Dacita San Pedro Mártir.

Clave	Unidad	Fotografía de la muestra	Descripción general de la	Clave	Unidad	Fotografía de la muestra	Descripción general de la
Giave	Unidad		muestra de mano	Ciave	Gindad		muestra de mano
SPM23- 1	Dacita San Pedro Mártir	O	Dique dacítico holocristalino porfírico de PI>Ant>Cpx de grano fino, fluidal- amigdalar, ligeramente oxidado.	SPM23- 13A	Dacita San Pedro Mártir		Dacita hipocristalina porfírica de PI>FA>Anf,>Cpx en matriz criptocristalina, con textura ligeramente vesicular y fluidal en bandas, presenta alta oxidación
SPM23- 2	Dacita San Pedro Mártir		Dacita hipocristalina porfírica a glomeroporfírica de PI>FA>Anf, fluidal en bandas negras y rosas, matriz microcristalina y ligera oxidación.	SPM23- 13B	Dacita San Pedro Mártir		Dacita hipocristalina porfírica de PI>FA>Anf>Cpx en matriz criptocristalina, con textura ligeramente vesicular y fluidal en bandas, presenta alta oxidación,
SPM23- 2B	Dacita San Pedro Mártir	00000	Dacita holohialina poco porfírica de Pl, matriz vitrea con textura perlítica.	SPM23- 14	Dacita San Pedro Mártir		Dacita hipocristalina porfírica de PI⊳FA> Anf, ligeramente glomeroporfírica de PI, en una matriz vitrea a criptocristalina.
SPM23- 3	Dacita San Pedro Mártir		Dacita holocristalina porfirica a glomeroporfirica de PI-FA-Anf, ligeramente vesicular, fluidal en bandas, de matriz microcristalina.	SPM23- 15	Dacita San Pedro Mártir	server 5	Dacita hipocristalina afírica, con matriz vítrea y de apariencia porosa, fluidal laminar, ligeramente vesicular
SPM23- 6	Dacita San Pedro Mártir		Dacita hipocristalina de grano fino ligeramente porfírica de Pl⊳FA>Anf en matriz microcristalina.	SPM23- 21	Dacita San Pedro Mártir	Contraction of the second seco	Dacita hipocristalina, poco porfirica de PI> FA en un matriz vítrea a criptocristalina, ligeramente vesicular y fluidal con bandas de oxidación
SPM23- 8	Dacita San Pedro Mártir	Sector Se	Dacita hipocristalina de grano fino porfírica de PISFA>Anf en una matriz microcristalina, ligeramente vesicular-miarolítica.	SPM23- 23	Dacita San Pedro Mártir		Dacita hipocristalina porfírica de PI⊳FA> Anf, ligeramente glomeroporfírica de PI, en matriz vítrea a criptocristalina
SPM23- 9	Dacita San Pedro Mártir	Received and the second	Dacita vitrea afírica, porfírica de PI, con textura perlítica, presenta oxidación.	SPM23- 24	Dacita San Pedro Mártir		Dacita hipocristalina, afírica, en matriz vítrea, muy fluidal con bandas de oxidación
SPM23- 12	Dacita San Pedro Mártir		Dacita hipocristalina, porfirica de Pl- Anf, en matriz microcristalina, textura fluidal en bandas vitreas de color negro y rojizas, presenta alta oxidación.	SPM23- 25	Dacita San Pedro Mártir		Dacita hipocristalina, poco porfírica de Pl> FA en matriz vítrea a criptocristalina, ligeramente vesicular y fluidal en bandas

Petrográficamente, presenta una textura porfídica con fenocristales de plagioclasa > feldespato alcalino > anfíbol > clinopiroxeno, a glomeroporfírica de plagioclasa > anfíbol (Figura 12 A y 12 B), en una matriz microcristalina con la misma asociación mineral, a criptocristalina. Los escasos

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ

glomeros de PI>Anf presentan texturas en desequilibrio, los fenocristales de plagioclasa presentan texturas en criba con tamaños que oscilan los 3 mm a 0.5 mm (Figura 12 C y D), bordes desestabilizados y centros corridos rellenos de óxidos, los anfiboles y biotitas se presentan en forma pseudomorfas algunos reemplazados completamente por los óxidos de hierro y titanio (Figura 12 E, F, I). La matriz es microcristalina a criptocristalina afieltrada de microlitos de PI con formas esqueletales (Figura 12 G), en algunas muestras la matriz muestra una coloración rojiza por el alto contenido en óxidos (Figura 12 H). Otra identidad, es la apariencia de dos líquidos, en la litofacies fluidal, uno, representado por una alta cristalización de feldespatos y Ox Fe-Ti, y otro, afírico vítreo (Figura 12 J). En la tabla 6 se muestran los resultados petrográficos de las muestras analizadas para la unidad Dacita San Pedro Mártir.

El reconocimiento de campo condujo a la identificación de litofacies, contactos, posición estratigráfica permitiendo identificar que la Unidad Dacita San Pedro Mártir se encuentra emplazada en depósitos de corriente densamente piroclástica de la dacita sursteyana (Figura 13 C y D). Bajo el microscopio, las facies vítreas de los bordes del cuerpo de roca son clasificadas como una dacita con textura muy ligeramente porfídica de fenocristales de plagioclasas euhedrales, feldespatos alcalinos (regularmente fragmentados) y clinopiroxeno con bordes oxidados (Figura 13 E), en una matriz con textura perlítica (Figura 13 F; Tabla 6). Esta unidad, al igual que las anteriores, es afectada por fallas de tipo normal, con orientaciones de rumbo preferencial hacia el NW (aparentes), visibles en los escarpes pronunciados de la ISPM (Figura 13 A, B, C y D).

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354







Figura 12. Microfotografías de la Unidad Dacita San Pedro Mártir. (A) Glómeros de Plg contextura en criba; (B) glómeros de Anf asociados con cristales de Plg y óxidos de Fe-Ti; (C) zoneamiento en cristales de plagioclasa; (D) fenocristal de FA con textura en criba y bordes desestabilizados; (E) fenocristal de Anf con bordes desestabilizados y centros

corroídos. Se aprecia un cristal de FA en el centro; (F) matriz traquítica fluidal que muestra la presencia de dos líquidos con cantidad y mineralogía distinta; (G) cristal de FA con textura esqueletal dentro de la matriz; (H) matriz con alto contenido de óxidos de Fe-

Ti, que genera una coloración rojiza en las rocas; (I) fenocristal pseudomorfo de Anf, reemplazado por óxidos de Fe-Ti; (J) evidencia de inmiscibilidad de magmas, se aprecia un flujo de color claro con microlitos de feldespatos envolviendo a fenocristales y otro flujo más oscuro de constitución vítrea.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



Tabla 6. Descripciones petrográficas y coordenadas de las muestras de la Unidad Dacita San Pedro Mártir.

Clave	Localidad	UTM E	N	Roca	Textura	Fenocristale s	Glómeros	Matriz	Obs/Alteració n
SPM23 -1	Caleta Faro	372171	314084 4	Andesita - dacita	Porfírica- fragmentaria	Plg, FA, Anf		Ligeramente fluidal de microlitos de Plg	Alta oxidación en parches
SPM23 -2	Caleta Faro	372161	314084 0	Dacita	Porfírica a glomeroporfírica fluidal	Plg, FA, Anf, Ortpx, Clpx	Plg-Anf, y glómero s de FA	Microcristalin a fluidal de Plg	Alteración de OxFe-Ti en piroxenos, textura en criba en fenocristales, pseudomorfos de anfíbol
SPM23 -3	Caleta Faro	372051	314090 4	Dacita	Porfírica a glomeroporfírica fluidal	Plg, FA, Anf,Ortpx, Clpx	Plf-Anf	Microcristalin a fluidal de Plg	Alta oxidación en anfíbol y matriz, textura en criba en fenocristales de FA y Plg, zoneamiento en Plg
SPM23 -8	Barra Bayas	370809	314000 3	Dacita	Muy ligeramente porfírica	Plg, Anf, Ortpx		Hipocristalina	Zoneamiento en Plg, alta oxidación en la matriz
SPM23 -12	Barra Rabijunco	372934, 1	314077 3	Dacita	Porfírica- glomeroporfírica ligeramente fluidal	Plg, FA, Anf, Ortpx, Clpx	Plg-Anf, y glómero s de FA	Microcristalina de microlitos de Plg con óxidos	Textura en criba en los fenocristales de Plg y FA, alta oxidación en la matriz
SPM23 -13A	Barra Rabijunco	372928	314077 1	Dacita	Porfírica- glomeropofírica , fragmentaria	FA, Plg, Cpx	Plg-FA	Microcristalina de microlitos de Plg con óxidos	Textura en criba en los fenocristales de Plg y FA, alta oxidación en la matriz
SPM23 -13B	Barra Rabijunco	372924	314077 1	Dacita	Porfírica- glomeropofírica , fragmentaria	FA, Plg, Cpx	Plg-FA	Microcristalin a de microlitos de Plg y óxidos	Fextura en criba en los fenocristales de Plg y FA, alta oxidación en la matriz

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



SPM23 -14	Barra Rabijunco	372919	314077	Dacita	Porfírica a glomeroporfíric a	Plg, FA, Anf,Ortpx, Clpx, parches de óxidos	Plg-FA, y glómero s de Anf-FA	Vítrea a ligeramente microcristalin a de microlitos de Plg	Alto grado de oxidación en la matriz y en cristales, textura en criba, ligero zoneamiento en Plo
SPM23 -15	Barra Rabijunco	372916	314076 9	Dacita	Poco porfírica, fluidal, esferulitas de textural radial	Plg, FA		Microcristalin a de microlitos de Plg y óxidos	
SPM23 -23	Barra Rabijunco	372825	314066 4	Dacita	Porfírica- glomeroporfíric a fluidal	Plg, FA, Anf	Plg-Anf	Perlítica	Textura en criba en Plf y FA, anfíboles con alto grado de oxidación
SPM23 -24	Barra Rabijunco	372821	314067 2	Dacita	Poco porfírica y ligeramente glomeroporfíric a	Plg, FA	Plg	Afieltrada de Plg	Alto grado de oxidación en la matriz, zonemiento en Plg
SPM23 -25	Punta Cuervito	372222	313926 2	Dacita	Muy poco porfírica fragmentaria , ligeramente lítica y esferulitas de textura radial	Plg		Hipohialina	Alto grado de oxidación en matriz
SPM23 -2B	Caleta Faro	372156	314084 0	Dacita	Porfírica fluidal	Plg, FA y Anf		Afieltrada de microlitos de Plg	Alta oxidación en anfíboles
SPM23 -9	Barra Bayas	370821	314002 0	Dacita	Muy ligeramente porfírica	Plg y Ortpx		Vítrea perlítica	
SPM23 -21	Barra Rabijunc o	372829	314066 3	Dacita	Muy ligeramente porfírica	Plg, FA		Vítrea perlítica	
SPM23 -22	Barra Rabijunc o	372832	314066 4	Dacita	Muy ligeramente porfírica	Plg, FA		Vítrea perlítica	

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354

J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ



Figura 13. Aspecto de las facies de borde del cuerpo subvolcánico de la Dacita San Pedro Mártir (DSPM) emplazado en la Unidad Dacita Surtseyana (DS): (A y B) relación vítrea concordante por encima de los depósitos piroclásticos de la DS y relación brechoide por debajo de la unidad DS; (C y D) unidad DS en forma de lente, englutida y atrapada dentro de la Unidad Dacita San Pedro Mártir; (E) microfotografía de la facies vítrea de borde del cuerpo subvolcánico donde se aprecian ligeros fenocristales de plagioclasas y de clinopiroxeno en un flujo bandeado con zonas que contienen una mayor concentración de microfenocristales feldespatos; (F) fenocristal de clinopiroxeno con bordes oxidados en una matriz vítrea perlítica. Las líneas rojas corresponden a fallas de tipo normal (aparente).

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



DISCUSIÓN

En síntesis, se identifican tres unidades litoestratigráficas principales (Figura 14 y 15). La unidad más antigua, denominada Dacita Antigua, está compuesta por inyecciones y lavas dacíticas (posible domo) las cuales son interrumpidas por una superficie erosional que posteriormente fue cubierta por depósitos volcánicos explosivos. Esta discordancia funciona como un marcador clave para comprender la evolución geológica de la ISPM (Figura 14). Estas lavas funcionaron como un relieve para la deposición discordante de las rocas piroclásticas de oleada hidrovolcánica correspondientes a la Unidad Dacita Surtseyana, los depósitos piroclásticos, con variaciones en sus litofacies, incluyen eventos hidrovolcánicos alternados, posiblemente cubiertos por otros eventos aún no identificados en la isla. El enterramiento de la Unidad Dacita San Pedro Mártir, cuyos bordes vítreos y brechoides evidencian un emplazamiento cercano a la superficie.

Las unidades rocosas de gruesos y extensos depósitos piroclásticos derivan de una actividad explosiva causada por la interacción del magma con el agua a niveles poco profundos formando un volcanismo de tipo surtseyano, evidenciado por la hidratación del vidrio que dio forma a depósitos con coloraciones amarillas o como es nombrado aquí, palagonitas. Esta unidad piroclástica está caracterizada por depósitos de tobas de *lapilli* y tobas brechas de oleada, con evidencias de proyectiles y bombas que varían de tamaño. Estos elementos piroclásticos, que incluyen tanto proyectiles como fragmentos de rocas más grandes, proporcionan información sobre la dinámica y la intensidad de las erupciones surtseyanas de la región, estratificados de forma cruzada sobre un paleorelieve formado por la Unidad Dacita Antigua erosionada.

Estas erupciones surtseyanas formaron depósitos de oleada piroclástica y de caída área, que constituyen aproximadamente el 10-15 % del volumen expuesto en la isla. Los cuerpos subvolcánicos tabulares que componen a la Unidad Dacita San Pedro Mártir representan casi en su totalidad a la roca que actualmente conforma la geología de ISPM (Figura 15). En los afloramientos como en la petrografía se puede observar un marcado flujo en bandas y zonas con distinta cantidad y variedad de minerales, así como un distinto grado de cristalización. Estas

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354

J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ

características son aquí interpretadas como resultado de una posible inmiscibilidad de magmas félsicos e intermedios.



Figura 14. Columna estratigráfica compuesta de Isla San Pedro Mártir.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354





Figura 15. Mapa geológico de Isla San Pedro Mártir, que ilustra la distribución de las unidades identificadas en campo, la ubicación de las muestras recolectadas y las estructuras principales.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



J. R. VIDAL, A. P. COTA, L. A. VELDERRAIN, A. M. GÓMEZ

Los estudios geológicos realizados por Desonie (1992), [4] y Calmus *et al.* (2008), [5] en la Isla San Esteban, que corresponde a los afloramientos más cercanos a la ISPM (a 42 km hacia el NE), muestran que se compone de unidades andesíticas, dacíticas y riolíticas, donde más del 80 % de su volumen está formado por flujos y *sills* dacíticos. El análisis petrográfico por ellos reportado, indica que las lavas dacíticas tienen una asociación mineralógica con fenocristales de plagioclasa de tipo labradorita-andesina, algunas con centros corroídos y algunas zonaciones, en una textura traquítica. Haciendo una comparación entre las características litológicas y petrográficas de la Isla San Esteban y las de la Isla San Pedro Mártir aquí estudiadas, se puede obtener una correlación litológica, que muestra que las unidades de Isla San Pedro Mártir se encuentran dentro de las reportadas en la Isla San Esteban, donde estas últimas tienden a presentar una gama más variada de composiciones.

Tomando en cuenta la composición mineral de las rocas en ISPM, se establece que provienen de un magma félsico hidratado (presencia de anfíbol), como ha sido reportado para las rocas de 4 a 2 Ma de la Isla San Esteban. Sin embargo, esta correlación no asegura del todo que sean de esa edad, aunque se considera que es lo más plausible, ya que esa misma asociación mineral ha sido reportada en otras rocas con diferentes edades: las rocas volcánicas del Mioceno (> 12 Ma) en la costa de Sonora, y asociadas a la subducción [21]; o en Baja California, donde algunas unidades volcánicas son relacionadas a la apertura del Golfo de California (< 6 Ma); o en algunas de sus islas continentales, como en la Isla San Pedro Nolasco (9–10 Ma) que es asociada a las primeras etapas del *rifting* continental denominado Proto-Golfo de California [1]. Finalmente, la ausencia de un edifico volcánico bien preservado en la ISPM y la presencia de una deformación importante, por varias familias de falla, nos sugiere su afectación por un evento tectónico ligado al límite de placas Pacífico-Norteamérica, lo que, sumado a la exhumación de sus unidades subvolcánicas, indica que no se trata de un volcán activo y que parte de su registro ha sido borrado (Figura 14), sugiriendo que no es una isla tan reciente o de edad cuaternaria.

CONCLUSIÓN

Los datos recabados durante la primera investigación geológica realizada en la ISPM permiten concluir que las rocas son volcánicas y mayormente subvolcánicas derivadas de diferentes

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



episodios magmáticos. Los cuerpos tabulares como alimentadores y los cuerpos con bordes vítreos concordantes al depósito piroclástico evidencian un emplazamiento cercano a la superficie. Las rocas provienen de magmas hidratados de una misma composición dacítica, sin embargo, aunque sus magmas contengan una composición similar, es evidente que durante su evolución sufrió una diferenciación magmática, que se ve reflejada en una ligera variación textural y las características de sus distintos emplazamientos. Así mismo, la presencia de fenocristales, glómeros y de algunas texturas de desequilibrio es evidencia de los procesos de diferenciación magmática en esas rocas. Los depósitos surtseyanos indican que la interacción agua-magma ocurrió probablemente en una etapa temprana de edificación del volcán marino. La Unidad Dacita Surtseyana fue posteriormente cubierta por el desarrollo de otros eventos volcánicos que le permitieron alojar a la Unidad Dacita San Pedro Mártir. La posible correlación litológica de la ISPM con la Isla San Esteban del Plioceno sugiere la posibilidad de que se trate de una isla volcánica deformada y exhumada por el desarrollo del actual límite de placas.

Indudablemente, los estudios de campo y petrográficos pueden ser indispensables para interpretar la edad relativa y los procesos petrogenéticos que estuvieron involucrados en su formación y origen. Sin embargo, la edad absoluta por un método de datación radiométrico nos ayudará a definir la temporalidad de estos magmas y su relación con el límite actual de las placas Pacífico y Norteamérica.

REFERENCIAS

- [1] L. A. Velderrain-Rojas, J. R. Vidal-Solano, L. M. Alva-Valdivia, R. Vega-Granillo y M. López-Martinez, "Isla San Pedro Nolasco as a Late Miocene intrusive record at the eastern margin of the Gulf of California: Insights from geological, geochemical and geochronological studies", Geosciences Frontiers, vol. 13, n.º 3, p. 101351, mayo de 2022. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.gsf.2022.101351
- [2] S. E. K. Bennett, M. E. Oskin y A. Iriondo, "Latest Miocene transtensional rifting of northeast Isla Tiburón, eastern margin of the Gulf of California", Tectonophysics, vol. 719-720, pp. 86–106, 2017. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.tecto.2017.05.030
- [3] J. A. Cavazos Álvarez, "Estratigrafía de la cuenca central de la Isla Ángel de la Guarda: Evidencia del inicio de extensión en el Golfo de California", Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada, Baja California, 2015.

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



- [4] D. L. Desonie, "Geologic and geochemical reconnaissance of Isla San Esteban: postsubduction orogenic volcanism in the Gulf of California", J. Volcanol. Geothermal Res., vol. 52, n.º 1-3, pp. 123–140, septiembre de 1992. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.1016/0377-0273(92)90136-2
- [5] T. Calmus, C. Pallares, R. C. Maury, H. Bellon, E. Pérez-Segura, A. Aguillón-Robles, A. Carreño, J. Bourgois, J. Cotten, M Benoit., "Petrologic diversity of Plio-Quaternary post-subduction volcanism in northwestern Mexico: An example from Isla San Esteban, Gulf of California", Bull. de la Société Géologique de France, vol. 179, n.º 5, pp. 465–481, septiembre de 2008. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.2113/gssgfbull.179.5.465
- [6] F. A. Paz Moreno y A. Demant, "The Recent Isla San Luis volcanic centre: petrology of a rift-related volcanic suite in the northern Gulf of California, Mexico", J. Volcanol. Geothermal Res., vol. 93, n.º 1-2, pp. 31–52, noviembre de 1999. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <u>https://doi.org/10.1016/s0377-0273(99)00083-9</u>
- [7] J. R. Vidal Solano, L. A. Velderrain Rojas y D. A. Lucero Acosta, (2024). Geología de la Isla San Pedro Nolasco, Guaymas, Sonora, México. EPISTEMUS, 19(36). [En línea]. Disponible: <u>https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i36.307</u>
- [8] Servicio Geológico Mexicano (1998). Carta geológico-minera Isla San Esteban, H12-10 Baja California y Sonora. Esc, 1(250,000).
- [9]CONANP-SEMARNAT, Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Isla
SanSanPedroMártir,2007.[Enlínea].Disponible:
https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/Final_islaSanPedro.pdf.
- [10] M.K. Robinson., Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperature in the Gulf of California, México. San Diego society of Natural History, Memoir 5., 1973.
- [11] GeoMapApp, 2024, [En línea]. Disponible: https://www.geomapapp.org/
- [12] J.J. Aranda-Gómez, C. D. Henry y J. F. Luhr, "Evolución tectonomagmática post-paleocénica de la Sierra Madre Occidental y de la porción meridional de la provincia tectónica de Cuencas y Sierras, México", Boletín Soc. Geol. Mex., vol. 53, n.º 1, pp. 59–71, 2000. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <u>https://doi.org/10.18268/bsgm2000v53n1a3</u>
- [13] C. M. Moreno-García, (2023). El volcanismo félsico del rift del Río Grande en Chihuahua, México: una provincia magmática diferente a la Sierra Madre Occidental, Tesis de Licenciatura, Universidad de Sonora, 77p.
- [14] C. M. Moreno-García, J. R. Vidal-Solano, L. A. Velderrain-Rojas, L. A. Terán-Ortega, y J. A. Jiménez-Gonzaga, (2024). Geoidentidad magmática de la provincia del Rift del Rio Grande en Chihuahua, México. EPISTEMUS, 18(36), e3608352. https://doi.org/10.36790/epistemus.v18i36.352.
- [15] A. Martín-Barajas, J. M. Stock, P. Layer, B. Hausback, P. Renne, M. López-Martínez., (1995). Arc-rift transition volcanism in the Puertecitos volcanic province, northeastern Baja California, Mexico. Geological Society of America Bulletin, 107(4), 407-424.
- [16] P. J. Umhoefer, M. H. Darin, S. E. K. Bennett, L. A. Skinner, R. J. Dorsey y M. E. Oskin (2018), "Breaching of strike-slip faults and successive flooding of pull-apart basins to form the Gulf

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354



of California seaway from ca. 8–6 Ma", Geology, vol. 46, n.º 8, pp. 695–698, julio de 2018. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.1130/g40242.1

- [17] J. R. Vidal Solano, F. A. Paz Moreno, A. Iriondo, A. Demant y J.-J. Cochemé (2005), "Middle Miocene peralkaline ignimbrites in the Hermosillo region (Sonora, Mexico): Geodynamic implications", Comptes Rendus Geosci., vol. 337, n.º 16, pp. 1421–1430, diciembre de 2005. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.crte.2005.08.007
- [18] J. R. Vidal-Solano, Paz-Moreno, F. A., Demant, A., y M. López-Martínez, (2007). Ignimbritas hiperalcalinas del Mioceno medio en Sonora Central: revaluación de la estratigrafía y significado del volcanismo terciario. Revista mexicana de ciencias geológicas, 24(1), 47-67.
- [19] S. E. K. Bennett, M. E. Oskin, A. Iriondo y M. J. Kunk, "Slip history of the La Cruz fault: Development of a late Miocene transform in response to increased rift obliquity in the northern Gulf of California", Tectonophysics, vol. 693, pp. 409–435, december de 2016. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <u>https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.06.013</u>
- [20] S. E. K. Bennett, M. E. Oskin y A. Iriondo, "Latest Miocene transtensional rifting of northeast Isla Tiburón, eastern margin of the Gulf of California", Tectonophysics, vol. 719-720, pp. 86–106, noviembre de 2017. Accedido el 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <u>https://doi.org/10.1016/j.tecto.2017.05.030</u>
- [21] R. Batiza, (1978). Geology, petrology, and geochemistry of Isla Tortuga, a recently formed tholeiitic island in the Gulf of California. Geological Society of America Bulletin, 89(9), 1309-1324.
- [22] J. R. Vidal-Solano, A. M. Gómez-Valencia y L.A. Velderrain Rojas (2022). Prácticas de laboratorio y campo para petrología de rocas magmáticas. Textos Académicos, serie Manual de Prácticas, Universidad de Sonora. <u>https://doi.org/10.47807/UNISON.79</u>.
- [23] H. Sigurdsson, B. Houghton, S. McNutt, H. Rymer, y J. Stix, -Eds., (2015). The encyclopedia of volcanoes. Elsevier.
- [24] K. Németh y U. Martin, (2007). Practical volcanology. Geological Institute of Hungary.

Cómo citar este artículo:

Vidal Solano, J. R., Cota Burruel, A. P., Velderrain Rojas, L. A., & Gómez Valencia, A. M. (2025). Primeras Investigaciones Geológicas de la Isla más Aislada en el Golfo de California: Isla San Pedro Mártir. EPISTEMUS, 19(38), e3804354. <u>https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354</u>

EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud. vol. 19, núm. 38, enero – diciembre de 2025, ISSN 2007-8196. DOI: https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.354