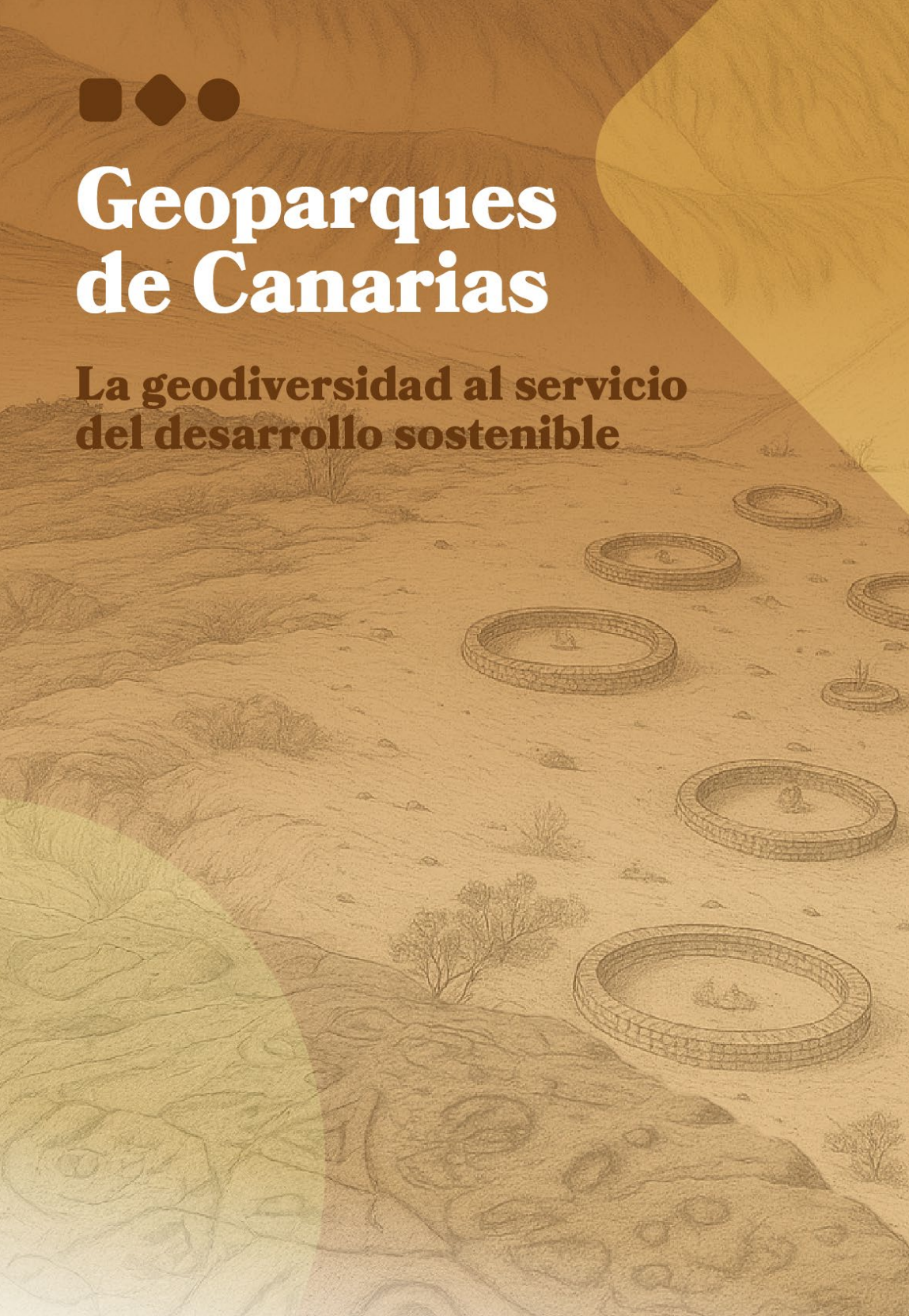




Geoparques de Canarias

**La geodiversidad al servicio
del desarrollo sostenible**





Geoparques de Canarias

La geodiversidad al servicio del desarrollo sostenible

Editado por

Gobierno de Canarias

Dirección

Pestana Pérez, Gustavo

Geógrafo. Jefe de Servicio de Cambio Climático e Información Ambiental.
Viceconsejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Energía del Gobierno de Canarias

Coordinación

GEODOS, Planificación y Servicios S.L.U.

Editores

Febles Ramírez, Miguel Francisco

Geógrafo. Director de GEODOS, Planificación y Servicios S.L.U.

Guillén Martín, Cayetano

Geógrafo. Profesor Contratado Laboral de la Universidad de La Laguna

Copyright de texto

Los autores

Cartografía

Juan Israel García Cruz

David Suárez Perera

Fotografías

Sus autores

Diseño y maquetación

Reload Group

Gestión de la impresión

Reload Group

© Gobierno de Canarias 2025

ISBN: 978-84-09-35965-3

Depósito legal: GC 557-2025

Primera edición: octubre 2025



Prólogo

Los Geoparques son figuras de reconocimiento internacional, promovidas y auspiciadas por la UNESCO, que facilitan el reconocimiento global de territorios poseedores de un patrimonio geológico único. Estos territorios también se caracterizan por haber sabido utilizar este patrimonio geológico para promover modelos de desarrollo respetuosos con el patrimonio local, potenciando la educación ambiental y la actividad turística sostenible.

Las iniciativas llevadas a cabo por los Geoparques han demostrado que es posible un equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente. Este equilibrio es actualmente crucial en un momento en el que los desafíos ambientales, como el cambio climático y la pérdida de hábitats, requieren de soluciones empáticas, creativas, innovadoras y sostenibles.

A pesar de que a escala global existen muchos lugares de geología singular, no resulta sencillo alcanzar este reconocimiento. En la actualidad, poco más de doscientos territorios en el planeta cuentan con el reconocimiento de Geoparques Mundiales de la UNESCO. Dos de ellos son nuestros Geoparques de *Lanzarote y Archipiélago Chinijo* y de *El Hierro*.

En Canarias, la importancia del patrimonio geológico se encuentra abalada por el amplio catálogo de lugares de interés geológico descritos para las islas, en el que se incluyen 14 enclaves de relevancia internacional. Algunos de estos lugares forman parte de la identidad natural, paisajística y cultural del propio archipiélago, siendo sus valores geológicos y geomorfológicos parte importante de los elementos sobre los que se sustenta, en algunos casos, su reconocimientos y declaraciones como Espacios Naturales Protegidos. Casos especialmente representativos en la Red Canaria de Espacios Naturales protegidos son todos nuestros Monumentos Naturales, como los de Las Playas (El Hierro), La Corona y Montañas de Fuego (Lanzarote), pero también la mayoría de los Parques Nacionales de las islas, entre los que el valor especialmente relevante de la geología y de los rasgos singulares del relieve local resultan evidentes.

Para Canarias, la geología es un factor de vital importancia, capaz de condicionar todos los rasgos de nuestro territorio e, incluso, la forma en la que se han desarrollado nuestras comunidades humanas. Ejemplos de la capacidad de adaptación de comunidades humanas a sus realidades geológicas insulares los encontramos en todo el archipiélago. Quizás algunos de los más emblemáticos y reconocibles de estos ejemplos se encuentran asociados a la actividad agrícola tradicional, como parte de alguno de los sistemas de cultivo emblemáticos de unas islas que siempre han tenido una importante tradición agraria. Entre ellas El Hierro y Lanzarote, en las que destacan por su arraigo y representatividad, paisajes culturales como los de La Geria (Lanzarote) y El Golfo (El Hierro) y que suponen elementos emblemáticos de la identidad de ambas islas, siendo paisajes representativos de su naturaleza volcánica, pero también claros exponentes de la voluntad de adaptación de las poblaciones locales a sus recursos territoriales.

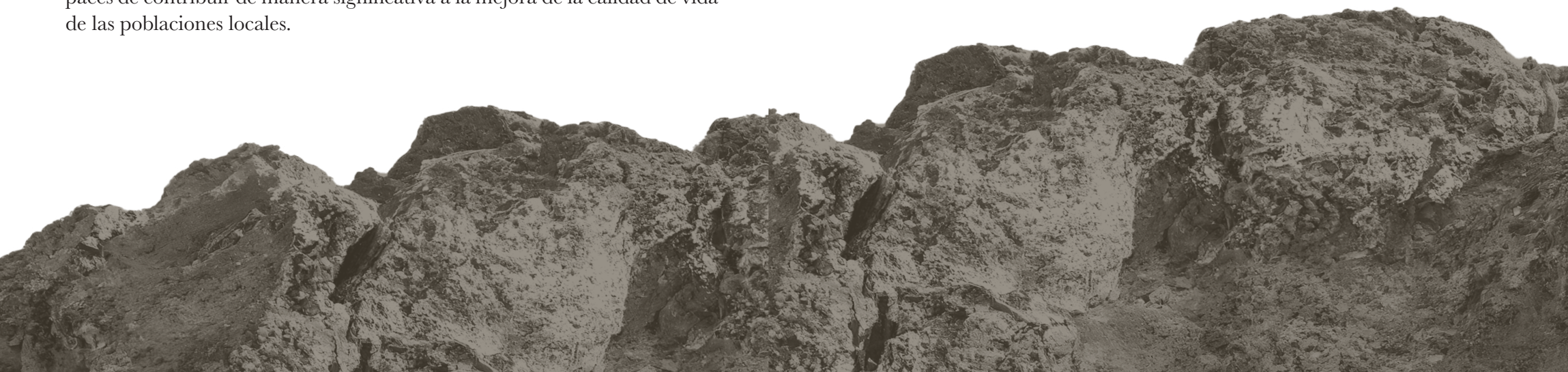
Actualmente los Geoparques de Canarias se enfrentan a retos importantes que requieren de una gestión cuidadosa para garantizar la conservación de su valioso patrimonio geológico y su adecuada integración en el desarrollo sostenible de las islas. Entre los desafíos más significativos se encuentran la necesidad de proteger su patrimonio geológico frente a los efectos del cambio climático sobre la modificación de las dinámicas y procesos naturales que condicionan el funcionamiento de la erosión, especialmente en nuestros sectores de costa. Así mismo, supone también un reto importante promover y consolidar actividades económicas como el geoturismo, compatibles con la preservación del patrimonio geológico, respetuosas ambientalmente y capaces de contribuir de manera significativa a la mejora de la calidad de vida de las poblaciones locales.

De cara a facilitar el logro de estos retos comunes, resulta especialmente importante el fomento de iniciativas de colaboración que faciliten a los Geoparques canarios poder afrontar sus objetivos compartidos. Entre ellos la consolidación de herramientas comunes para contribuir al logro de sociedades más conscientes, respetuosas y proactivas con los valores de los Geoparques de las islas.

Desde la Consejería de Transición Ecológica y Energía del Gobierno de Canarias, se ha venido apostando por apoyar a los Geoparques canarios desde muy distintas líneas de trabajo. Entre ellas la creación de espacios de encuentro, visibilidad y divulgación que permitan también mejorar el nivel de conocimiento que la sociedad canaria tiene de ellos y de la importancia de sus aportaciones para el fomento de la sostenibilidad en las islas.

En este sentido, este libro pretende ser una contribución significativa al esfuerzo de divulgación del patrimonio geológico y su importancia para el planteamiento de acciones respetuosas que contribuyan al logro de un futuro mejor para la sociedad canaria, todo ello desde la apuesta firme por el impulso de nuestros Geoparques como instrumentos capaces de crear nuevas oportunidades de dinamización económica y social, respetuosas y responsables, coherentes con los criterios establecidos por la UNESCO para la puesta en valor de nuestro patrimonio geológico.

– Mariano Hernández Zapata
Consejero de Transición Ecológica y Energía



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Bloque 01. Introducción y contextualización.....08

Capítulo 1. Introducción
Miguel Francisco Febles Ramírez y Cayetano Guillén Martín.....09

Capítulo 2. Marco geográfico
Miguel Francisco Febles Ramírez y Cayetano Guillén Martín.....13

Capítulo 3. Contextualización geológica de las islas
Ramón Casillas Ruiz.....20

Capítulo 4. Viviendo con volcanes. Las erupciones históricas de Canarias
Carmen Romero Ruíz.....42

Bloque 02. La protección del patrimonio geológico.....63

Capítulo 5. La Figura de los Geoparques Mundiales de la UNESCO y su aportación al Desarrollo Local Sostenible
Cayetano Guillén Martín.....64

Capítulo 6. El patrimonio geológico de las Islas Canarias
Juana Vegas Salamanca, Nieves Sánchez Jiménez,
Carmen Romero Ruiz, Esther Martín González,
Gonzalo Lozano Otero, Inés Galindo Jiménez.....75

Bloque 03. Geoparques de Canarias.....88

Capítulo 7. La protección del patrimonio geológico como recurso natural en Canarias
Gustavo Pestana Pérez.....89

Capítulo 8. Geoparque Lanzarote y Archipiélago Chinijo
Elena Mateo Mederos y María Isabel Betancort Delgado.....94

Capítulo 9. Geoparque El Hierro
Yurena Pérez Candelario y Olaya García Pérez.....138

Bloque 04. Los retos actuales y futuros.....176

Capítulo 10. Retos actuales y futuros para los territorios de alto valor geológico
Cayetano Guillén Martín y Miguel Francisco Febles Ramírez.....177

Capítulo 11. Geodiversidad y geoconservación en Canarias
Juan Jesús Coello Bravo.....185

Capítulo 12. La singularidad del patrimonio paleontológico de los geoparques canarios: registro de la paleobiodiversidad y su relación con el cambio climático
Esther Martín González, Juana Vegas Salamanca, Inés Galindo Jiménez, Carmen Romero Ruiz, Nieves Sánchez Jiménez, Mar González Roquero.....201

Capítulo 13. El geoturismo como nuevo producto y experiencia turística sostenible en los geoparques mundiales Unesco de Canarias
Javier Dóniz Páez.....212

Bloque 05. Para saber más222

Bibliografía.....223
Autores.....255

01

Introducción**Introducción**

Miguel Francisco Febles Ramírez
y Cayetano Guillén Martín

Capítulo 1

El 17 de noviembre de 2015, la Conferencia General de Estados Miembros de la UNESCO aprobó el Programa Internacional de Ciencias de la Tierra y de los Geoparques, ratificando así la creación de la nueva figura de “Geoparques Globales de la UNESCO”. Con esta declaración se expresa el reconocimiento gubernamental de la importancia de los recursos y paisajes geológicos como instrumentos para promover el desarrollo sostenible de las regiones donde se ubican.

Los geoparques son territorios ricos en diversidad geológica, con unos límites claramente definidos y una superficie suficiente para generar su propio desarrollo económico. Los valores geológicos de cada geoparque deben servir como instrumentos para asegurar un desarrollo sostenido basado en el geoturismo y promover la educación en aspectos geológicos y medioambientales. Aunque no se trate de una figura de protección geológica, a través de ellos se puede contribuir a la protección del patrimonio geológico amenazado.

El patrimonio geológico volcánico comprende diversas formas y procesos volcánicos. Esta geodiversidad volcánica es un patrimonio no renovable con varias características principales asociadas a sus valores naturales y culturales. Los volcanes tienen especiales valores intrínsecos —científicos y no científicos— relacionados con la variedad de morfologías y procesos eruptivos y la evolución de los usos que se pueden identificar en ellos, determinando así sus especiales y significativos atributos naturales y culturales. Estos últimos están vinculados a los recursos que los volcanes ofrecen a las sociedades que viven a su alrededor: recursos geotérmicos y geológicos, materias primas para el comercio y la industria, geoturismo, suelos fértiles y otros. Por tanto, es cada vez más necesario tenerlos en cuenta a la hora de valorar el geopatrimonio.

En Canarias han sido declarados los Geoparques de El Hierro (septiembre de 2014) y de Lanzarote y Archipiélago Chinijo (abril de 2015). Ambos forman parte de la Red Europea de Geoparques y de la Red Global de Geoparques de la UNESCO.

Este libro, editado por el Gobierno de Canarias, pretende aportar su granito de arena en la intensa labor de divulgación sobre el patrimonio geológico y su relación con el desarrollo sostenible del Cabildo de El Hierro y el Cabildo de Lanzarote y favorecer que la población insular conozca algo más los importantes lugares geológicos y geomorfológicos de alto interés existentes, tanto en estas islas, pioneras en este enfoque, como en el resto de las islas del Archipiélago.

Con esta intención se ha organizado un libro en 5 partes diferenciadas y a la vez entrelazadas. En una primera parte, de carácter introductorio, se desarrolla una contextualización geológica de las islas en el que se exponen tanto las certezas geológicas conocidas como las singularidades de las mismas, para terminar haciendo un análisis de la convivencia que hemos tenido con la actividad volcánica en el Archipiélago.

El segundo bloque hace un recorrido por las iniciativas internacionales de protección del patrimonio geológico, para poner el foco en la figura de los Geoparques Globales de la UNESCO. Explicaremos qué son y cuáles son sus objetivos, pasando por conocer las principales características de la Red Global, de forma que la población conozca la dimensión de esta figura UNESCO con la que se reconoce a las islas de Lanzarote y El Hierro.

Lo cerraremos con una descripción de la herramienta principal que tienen los geoparques para organizar, clasificar y, por tanto, poner en valor los hitos geológicos más significativos: los Lugares de Interés

Geológico. Qué son, en qué categorías se organizan (geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, petrológicos, paleontológicos, etc.), así como su importancia para la gestión del territorio y los propios Geoparques.

El tercer bloque es el principal de la publicación, distribuido en dos partes dedicadas a cada uno de los Geoparques Globales de La UNESCO de Canarias. En el mismo podrán conocer de forma resumida las características geológicas principales de El Hierro y Lanzarote, los Lugares de Interés Geológico de cada isla, con el desarrollo pormenorizado de los 10 más significativos. Además, estos capítulos ofrecen algunas rutas que el lector podrá usar para conocer en vivo nuestras riquezas geológicas.

En el cuarto, se desarrollan un conjunto de artículos que relacionan el patrimonio con el desarrollo sostenible, prestando especial atención a la relación geodiversidad y la geoconservación, la singularidad del patrimonio paleontológico, la potencialidad de este geopatrimonio para la actividad turística de tanta importancia en el Archipiélago, el papel que cumple en los agrosistemas insulares, sin olvidarnos de la convivencia con el riesgo volcánico.

Por último, el bloque cinco aporta una amplia bibliografía y recursos web para poder ampliar la información aportada en los capítulos anteriores.

Por el propio formato de la publicación, esta solo puede ofrecer una aproximación a este interesante mundo del geopatrimonio y su potencial vinculación con estrategias de desarrollo sostenible, aunque esperamos que cumpla el objetivo de mejorar la información general que disponemos sobre el mismo y, sobre todo, anime a la población canaria a valorar en su justa dimensión este recurso para nuestro desarrollo.

Marco geográfico

Miguel Francisco Febles Ramírez y
Cayetano Guillén Martín

Capítulo 2

El archipiélago está situado en el océano Atlántico oriental, en una latitud subtropical (latitud de N 27°30' a N 29°30' y longitud de W 18°15' a W 13°15'). Está compuesto por ocho islas habitadas, varias islas pequeñas y un número importante de islotes. La superficie total del archipiélago es de 7.446 kilómetros cuadrados ocupando una franja de unos 500 kilómetros desde la isla más occidental de El Hierro hasta la isla más oriental de Lanzarote.



Figura 1. Localización geográfica del Archipiélago Canario.

Las Islas Canarias forman parte de un conjunto de archipiélagos volcánicos atlánticos constituido de norte a sur por las islas de Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde, situados entre los 14° y 40° de Latitud Norte, conocido como región de la Macaronesia, procedente del término griego *makárôn nêsoi*, traducible por “Islas Afortunadas”, acuñado por el naturalista inglés Philip Baker Webb. Estos conjuntos de islas presentan importantes similitudes tanto en sus características geológicas y geomorfológicas como botánicas y faunísticas. A pesar de su dispersión en el océano Atlántico, forman uno de los ámbitos ecológicos más cohesionados y peculiares de la biosfera, cuyas diferencias internas vienen marcadas por los distintos estilos y ritmos de crecimiento socioeconómico.

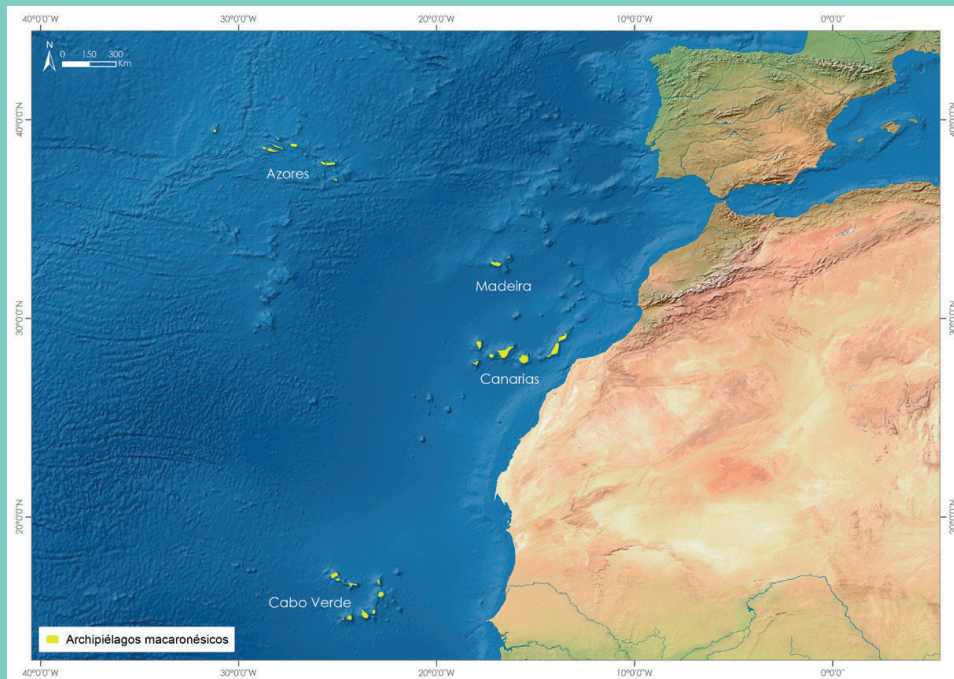


Figura 2. Localización geográfica del conjunto de archipiélagos volcánicos en la región Macaronésica. De norte a sur: Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde.

El Archipiélago Canario se sitúa al oeste de la costa africana, encontrándose a escasos 100 kilómetros entre Punta Lantailla (Tuineje, Fuerteventura), conocida por el faro de La Entallada; hasta el Cabo Jubi, en la costa atlántica magrebí. Las islas de Lanzarote y Fuerteventura se disponen de forma paralela a la costa del continente africano.

La superficie de las islas oscila entre los 2.034 kilómetros cuadrados de Tenerife hasta los escasos 29,05 kilómetros cuadrados de la isla de La Graciosa, reconocida desde el 26 de junio de 2018 por la Comisión General de las Comunidades Autónomas del Senado español como la octava isla habitada de Canarias. Además, cuenta con 5 islotes, cuya superficie total es ligeramente superior a los 19 kilómetros cuadrados: Lobos, a 2 kilómetros de distancia en dirección noreste de la isla de Fuerteventura; y los islotes de Alegranza, Montaña Clara, Roque del Este y Roque del Oeste, situados al noreste de la isla de Lanzarote, formando junto con la isla de La Graciosa el Archipiélago Chinijo.

A Tenerife le siguen en superficie las islas de Fuerteventura y Gran Canaria, en ese orden y con 1.650 y 1.560 kilómetros cuadrados respectivamente. En altura se deben referenciar los 3.718 metros sobre el nivel del mar de Tenerife, en el pico Teide, La Palma con 2.432 metros en el Roque de Los Muchachos y Gran Canaria con 1.950 en el Pozo de Las Nieves. Solo las islas de Lanzarote, La Graciosa y Fuerteventura no superan los 1.000 metros de altitud, siendo las islas más llanas del archipiélago, condición que favorece su aridez al no poder retener la humedad que transportan los vientos alisios.

Tabla 1. Datos geográficos (superficie y altitud máxima) de las islas e islotes de las Islas Canarias.

Denominación	Superficie en km ²	Altitud máxima en m
El Hierro	269	1.501
La Palma	708	2.423
La Gomera	370	1.484
Tenerife	2.034	3.718
Gran Canaria	1.560	1.950
Fuerteventura	1.650	807
Lanzarote	846	671
La Graciosa	29,05	266
Alegranza	10,20	289
Lobos	4,80	127
Montaña Clara	1,30	256
Roque del Este	0,06	84
Roque del Oeste	0,02	41

A lo largo de la historia, las Islas Canarias han atraído tanto a viajeros como a científicos gracias a su localización entre los continentes de Europa, África y América, siendo punto de tránsito obligado durante siglos de las rutas marítimas hacia el Nuevo Mundo. La variedad de dinámicas eruptivas (hawaiana, estromboliana, estromboliana violenta, subpliniana, etc.), como los tipos de magma y morfologías que generan, condicionados por los efectos del clima local en las islas, desempeñan un papel principal en la diversidad del patrimonio geológico volcánico de las islas y, a partir de éste, de los paisajes, así como de su riqueza biológica y cultural.

Como islas oceánicas, las Islas Canarias presentan una biota terrestre con una alta tasa de endemidad, con una estructura y composición según las características climáticas condicionadas por la topografía que se encuentra en constante evolución, presentando en algunos casos una alta fragilidad por los cambios de sus condiciones ecológicas. Las diferencias geológicas y geomorfológicas son el condicionante más importante que ha dado lugar a una importante variedad de comunidades vegetales asociadas a accidentes geográficos volcánicos, y a una notable variedad de características y procesos erosivos y sedimentarios a diferentes escalas temporales y espaciales, que dotan al geopatrimonio de Canarias de una diversidad aún mayor. A su vez, estas características son el medio donde se ha desarrollado una rica cultura mestiza con originales ejemplos de adaptación.

Las Islas Canarias se originaron a partir del vulcanismo intraplaca de la Placa Africana y se erigen, en casi todos los casos, como edificios independientes en la ladera de la plataforma continental. Las islas son el resultado de una historia magmática de hace más de 70 millones de años en Fuerteventura, y continúa hasta el día de hoy con la erupción del volcán Tajogaite en la ladera occidental de Cumbre Vieja de La Palma, entre septiembre y diciembre del año 2021. Sin embargo, el material volcánico subaéreo más antiguo se remonta a unos 20 millones de años. Las islas orientales son más antiguas (20-15 millones de años) que las islas occidentales, con La Palma y El Hierro con 1,7 y 1,1 millones de años respectivamente, diferencias que indican una migración de vulcanismo en etapa de escudo basáltico.

Si analizamos la topografía submarina, las Islas Canarias se elevan sobre su fondo oceánico a modo de cordillera, de picos individualizados, en forma de arco abierto hacia el noreste, cuya extensión va desde la Baja de la Concepción hasta la isla de La Palma. Se aprecia el bloque formado por las islas de La Graciosa, Lanzarote y Fuerteventura, la prolongación submarina de la península de Jandía y la Baja de Amanay, dispuesta en dirección nordeste-suroeste, que se eleva desde el fondo del océano situado a 1.100 metros de profundidad. El resto de islas constituyen montañas individuales que se alinean en dirección este-oeste, formadas por gigantes-cos apilamientos de basaltos que se elevan sobre el fondo oceánico separadas por fosas profundas: entre Fuerteventura y Gran Canaria llega a los 1.900 metros de profundidad, entre Gran Canaria y Tenerife se superan los 2.700 metros y entre Tenerife, La Palma y El Hierro se encuentra a 2.900 metros. La fosa de menor profundidad está entre Tenerife y La Gomera con apenas 1.000 metros de distancia al lecho marino.

Actualmente, el archipiélago tiene una población de 2.202.048 habitantes, de los cuales el 82% reside en las islas capitalinas de Tenerife (944.107 habitantes) y Gran Canaria (857.171 habitantes). Las islas con menor población son El Hierro, que tiene un escaso 0,5% de la población regional (11.646 habitantes) y la isla de La Graciosa, con 731 habitantes.

En definitiva, las Islas Canarias son un archipiélago volcánico de alto valor ecológico, donde las formas geológicas y geomorfológicas tienen un papel fundamental en su constitución y evolución natural y cultural, siendo necesario profundizar en su conocimiento y divulgación para valorarlas y protegerlas, de forma que estas características sigan siendo protagonistas del futuro del archipiélago.



Contextualización geológica de las islas

Ramón Casillas Ruiz

Capítulo 3

3.1 INTRODUCCIÓN

La reciente erupción ocurrida en la isla de La Palma en el año 2021 ha reactivado el interés por encontrar la explicación del magmatismo intraplaca oceánico, tanto a nivel mundial, como en el caso del archipiélago canario.

El origen y la evolución del magmatismo asociado al nacimiento y crecimiento de islas oceánicas en ambientes de intraplaca es, actualmente, uno de los temas que más discusiones y debates ocasiona dentro de la comunidad científica relacionada con el estudio de la génesis y evolución de los magmas en la Tierra. Este debate, no sólo se centra en el análisis de las posibles interacciones entre el manto y la corteza oceánica en la génesis de los magmas sino también en el papel que juegan la astenosfera y la litosfera en el origen y evolución de los mismos.

En este sentido, las Islas Canarias no han sido una excepción dentro del debate general, ya que desde la década de los años 70 se han planteado diversas hipótesis para explicar el origen y la evolución del magmatismo, considerándose un papel pasivo (Fig. 1: teoría del punto caliente o “hot spot”: Morgan, 1971; Carracedo *et al.*, 1998; Troll *et al.*, 2015; Zaczek *et al.*, 2015; teoría de los “blobs”: Hoernle y Schmincke, 1993; teoría de la convección de borde: King y Ritsema, 2000; teoría combinada del punto caliente-convección de borde: Geldmacher *et al.*, 2005; Gurenko *et al.*, 2010) o activo (Fig. 2: teoría de la fractura propagante: Anguita y Hernán, 1975; teoría de los bloques levantados: Araña y Ortiz, 1991; teoría sintética; Anguita y Hernán, 2000) de la litosfera oceánica. La proliferación de teorías sobre el origen de las Islas Canarias y el debate suscitado, no son en ningún caso gratuitos, ya que este archipiélago ofrece un escenario inmejorable para tratar de establecer las posibles interrelaciones entre la litosfera y el manto astenosférico.

Penacho mantélico

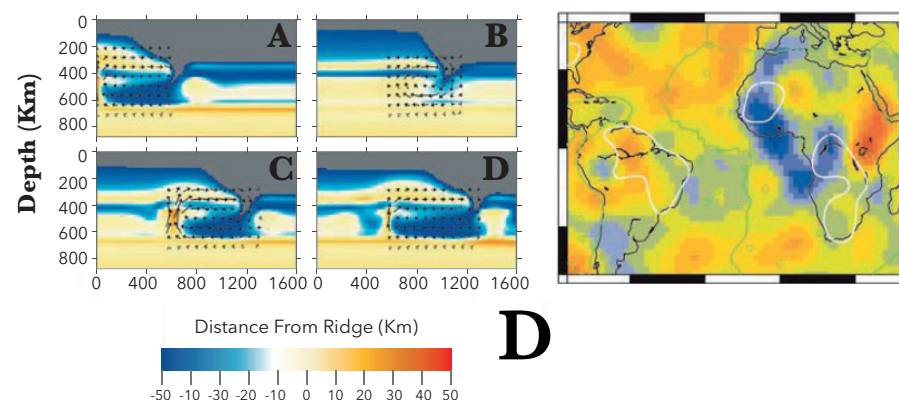
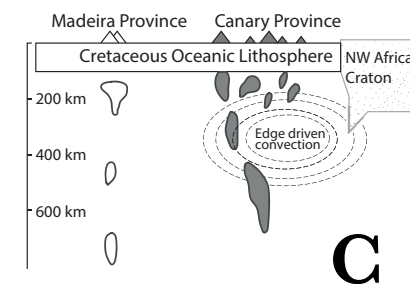
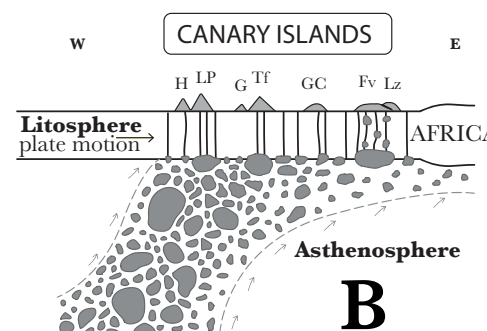
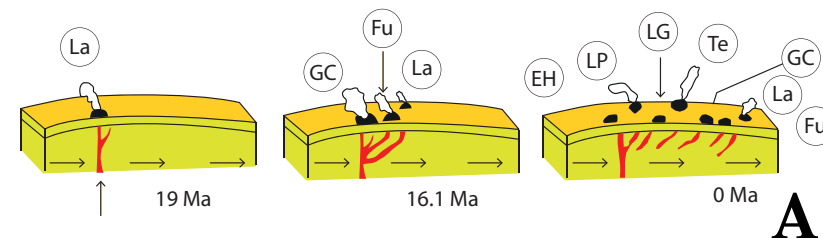


Figura 1. Teorías propuestas para explicar el origen de las Islas Canarias, con papel “pasivo” de la placa litosférica. A.: Punto caliente (Morgan, 1971; Carracedo *et al.*, 1998; Troll *et al.*, 2015; Zaczek *et al.*, 2015). B. “blobs” (Hoernle y Schmincke, 1993). C. Punto caliente-convección de borde (Geldmacher *et al.*, 2005; Gurenko *et al.*, 2010). D. Convección de borde (King y Ritsema, 2000).

En las Islas Canarias encontramos un amplio espectro en cuanto a la edad de las formaciones geológicas más antiguas, desde, posiblemente, alrededor de 35 millones de años, en Fuerteventura (Sagan *et al.*, 2020), hasta cerca de 1 Ma en El Hierro. Además, el carácter casi estacionario de la placa africana con respecto a la mesosfera durante las últimas decenas de millones de años, y la localización de las Islas Canarias en el cuadrante noroccidental de la placa, no lejos de sus límites con las placas euroasiática y norteamericana, proporcionan un escenario tectónico muy concreto en el que es posible analizar la evolución temporal de esta interrelación litosfera-astenosfera.

Desgraciadamente, estas teorías sobre el origen y evolución del Archipiélago Canario se han establecido, generalmente, teniendo solamente en cuenta la historia de la evolución subaérea de los edificios insulares, prestando poca atención a la evolución temprana de los mismos, es decir, a la etapa de su crecimiento submarino. Posiblemente hay que buscar las causas de este hecho en la precariedad de los datos geocronológicos sobre las unidades rocosas generadas en esta época temprana (esencialmente los Complejos Basales de las islas) y la dificultad que entraña su estudio.

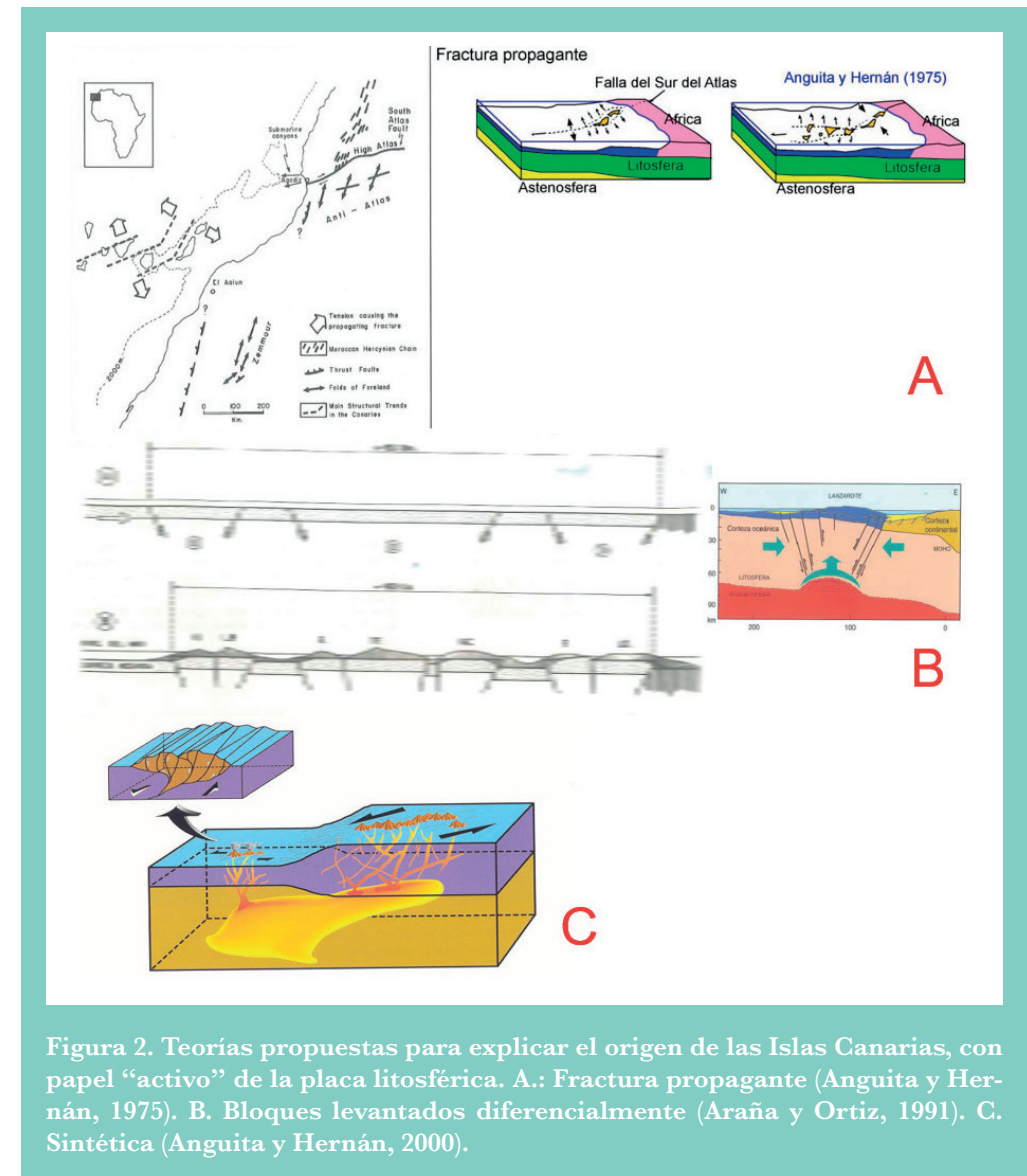


Figura 2. Teorías propuestas para explicar el origen de las Islas Canarias, con papel “activo” de la placa litosférica. A.: Fractura propagante (Anguita y Hernán, 1975). B. Bloques levantados diferencialmente (Araña y Ortiz, 1991). C. Sintética (Anguita y Hernán, 2000).

3.2. RELACIÓN DEL MAGMATISMO CANARIO CON ESCENARIOS MAGMÁTICOS PRÓXIMOS

Por otra parte, a la hora de explicar el origen del Archipiélago Canario, escasa atención se ha tenido acerca de la posible relación de las islas con otros escenarios magmáticos cercanos de la misma edad, tanto en corteza continental (el Atlas Marroquí: Duggen *et al.*, 2009; Bonnin *et al.*, 2014; el sur de Europa: Hoernle *et al.* 1995; Goes *et al.* 1999; Piromallo *et al.* 2008) como en corteza oceánica (los archipiélagos macaronésicos de Madeira, Salvajes y Cabo Verde: Patriat y Labails, 2006), así como con numerosos grupos de montes submarinos: Concepción, Dacia, Conjunto sahariano, Tropic, etc (Geldmacher *et al.*, 2005; Van den Bogaard, 2013). En este sentido, resultan sorprendentes las similitudes geológicas que existen entre el Archipiélago Canario y el Archipiélago de Cabo Verde:

1) Magmatismo prolongado a lo largo de períodos que superan los 25 millones de años en algunas islas (Fig. 3: Abdel-Monem *et al.*, 1971; Bernard-Griffiths *et al.*, 1975; Mitchell *et al.*, 1983; Cantagrel *et al.*, 1984; Le Bas *et al.*, 1986; Sánchez-Guzmán y Abad, 1986; Staudigel *et al.*, 1986; Balogh *et al.*, 1999; Ancochea *et al.*, 1990; Cantagrel *et al.*, 1993; Ancochea *et al.*, 1994; Ancochea *et al.*, 1996; Guillou *et al.*, 1998; Carracedo *et al.*, 1999a; Carracedo *et al.*, 1999b; Carracedo *et al.*, 2001; Guillou *et al.*, 2001; Castillo *et al.*, 2002; Coello *et al.*, 2002; Plesner *et al.*, 2002; Hildenbrand *et al.*, 2003; Quidelleur *et al.*, 2003; Madeira *et al.*, 2005; Muñoz *et al.*, 2005; Paris *et al.*, 2005; Ancochea *et al.*, 2006; Gutiérrez *et al.*, 2006; Herrera *et al.*, 2008; Holm *et al.*, 2008; Duprat *et al.*, 2007; Ancochea *et al.*, 2010; Dyhr y Holm, 2010; Ramalho *et al.*, 2010a; Ramalho *et al.*, 2010b; Torres *et al.*, 2010; Carracedo, 2011; Ramalho 2011; Martins, 2014; Ancochea *et al.*, 2015).

2) Migración del comienzo de la actividad magmática desde el este al oeste en ambos archipiélagos (Fig. 4), evidenciada en la edad de las rocas más antiguas de los complejos basales de las Islas de Cabo Verde (clara en la agrupación meridional del archipiélago: Sal: 25.6 Ma y Maio: 21.1 Ma; hasta Brava, 2.9 Ma; más confusa o inexistente en la agrupación septentrional: São Nicolau, más de 6.2 Ma hasta Santo Antão, 7.6 Ma; Bernard-Griffiths *et al.*, 1975; Mitchell *et al.*, 1983; Torres *et al.*, 2002; Plesner *et al.*, 2002; Jørgensen y Holm,

2002; Duprat *et al.*, 2007; Holm *et al.*, 2008; Foeken *et al.*, 2009; Ancochea *et al.*, 2010; Dyhr y Holm, 2010; Ramalho *et al.*, 2010 a y b; Madeira *et al.*, 2010; Ancochea *et al.*, 2012; Ancochea *et al.*, 2015); o en los Complejos Basales de las Islas Canarias, (30 Ma en Fuerteventura, 19-11,5 Ma en La Gomera y 3,1 Ma en La Palma (Cantagrel *et al.*, 1984; Staudigel *et al.*, 1986; Cantagrel *et al.*, 1996; Balogh *et al.*, 1999; Castillo *et al.*, 2002; Muñoz *et al.*, 2005; Gutiérrez *et al.*, 2006; Herrera *et al.*, 2008; Casillas *et al.*, 2020).

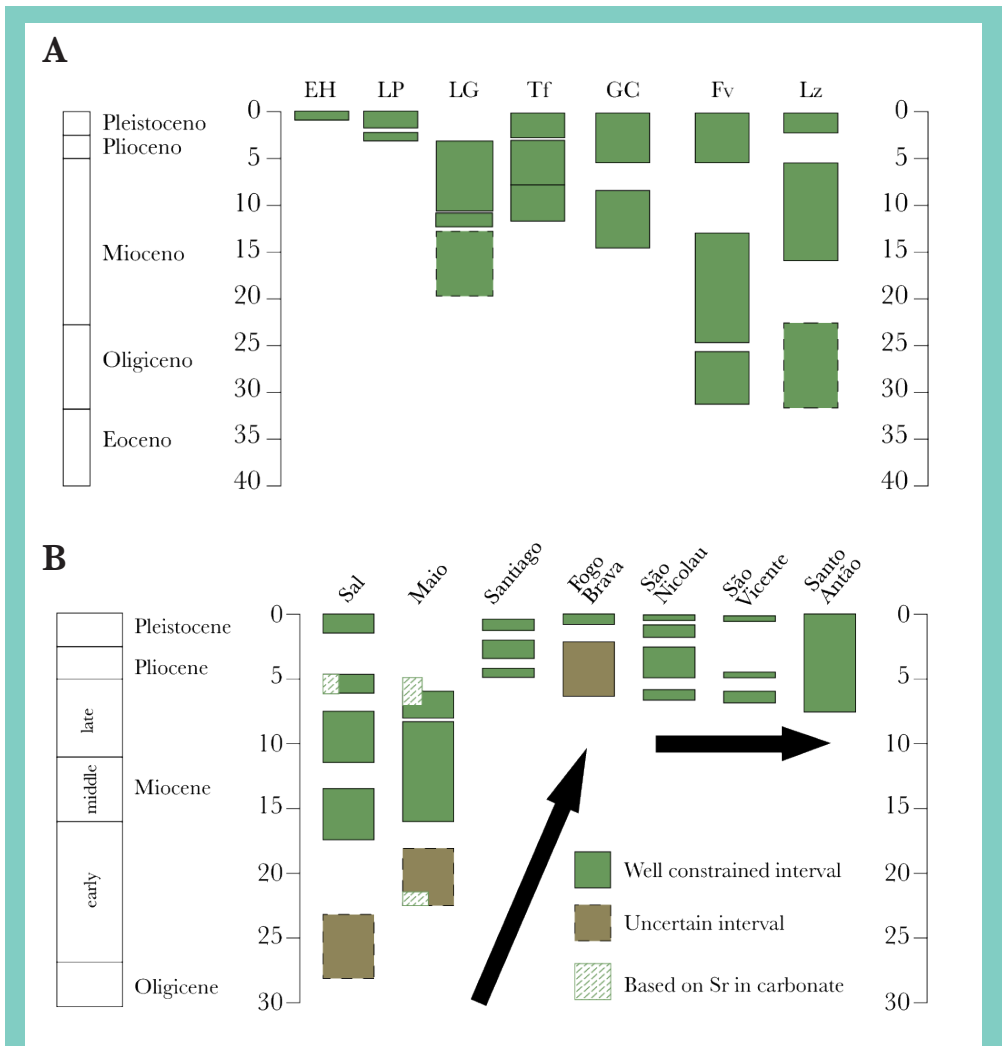


Figura 3. Síntesis cronológica de las Islas Canarias (A) y Cabo Verde (B). Tomado de Martins, 2014.

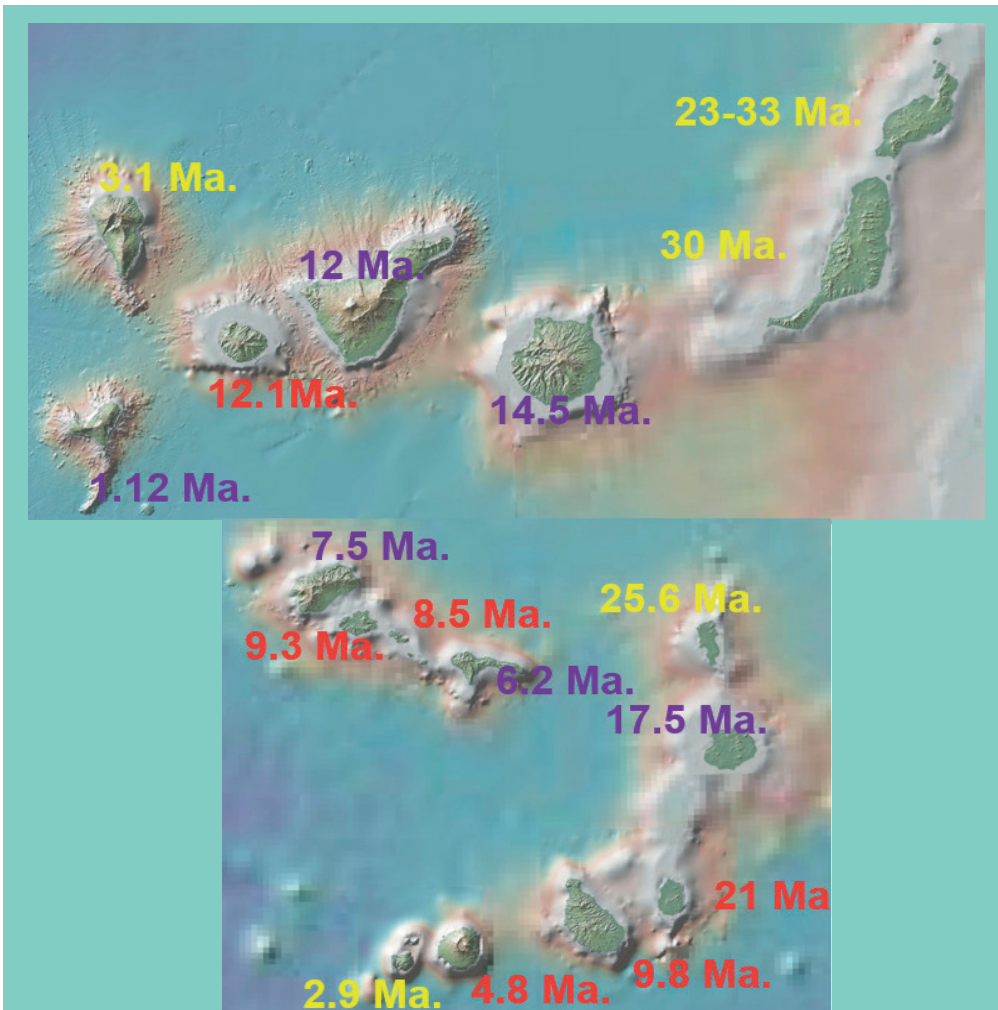


Figura 4. Edades de formación de los edificios insulares más antiguas encontradas por isla (A: Islas Canarias. B.: Islas de Cabo Verde). En amarillo: rocas volcánicas submarinas de complejos basales. En rojo: rocas plutónicas o filonianas de complejos basales. En Violeta: rocas volcánicas subaéreas. Referencias en el texto principal.

3) Historia evolutiva semejante de cada isla con diversas fases: a) submarina; b) de escudo basáltico; c) erosiva con pausas de actividad volcánica de varios millones de años; d) post-erosiva o de rejuvenecimiento (Ramalho 2011; Ramalho *et al.*, 2013; Carracedo, 1999).

4) Presencia en ambos archipiélagos de paleo-marcadores del nivel de mar, que indican sucesivos y episódicos movimientos verticales (Fig. 5), generalmente de levantamiento insular, al contrario de lo que ocurre en otras islas oceánicas como Hawaii, en las que predomina la subsidencia (Hildenbrand *et al.*, 2003; ; Zazo *et al.*, 2003; Meco *et al.*, 2007; Zazo *et al.*, 2007; Kröschert, *et al.*, 2008; Madeira *et al.*, 2010; Ramalho *et al.*, 2010a y b; Ramalho, 2011). Estos paleomarcadores del nivel del mar se concretan en:

a) Presencia en superficie de la capa 1 de la corteza oceánica (sedimentos de fondo oceánico; en las islas canarias de Fuerteventura y La Gomera (Renz *et al.*, 1992; Steiner *et al.*, 1998; Cendrero, 1967; Cendrero, 1970; Cendrero, 1971), y en la isla de Cabo Verde de Maio, (Stillman *et al.*, 1983; Azéma *et al.*, 1990; Holm *et al.*, 2008) o la capa 2 de la corteza oceánica (basaltos de tipo *Mid-Ocean Ridge Basalts - MORB*); en la isla canaria de Fuerteventura (Steiner *et al.*, 1998), y en las islas de Cabo Verde de Santiago y Maio (De Paepe *et al.*, 1974; Stilman *et al.*, 1983; Gerlach *et al.*, 1988; Millet *et al.*, 2008).

b) Presencia de rocas volcánicas submarinas alcalinas en las islas a diferentes alturas: 450 metros en la isla de Santiago; 270 metros en São Nicolau; 400 metros en la isla de Brava y 350 metros en la isla de Sal, en Cabo Verde (Serralheiro, 1976; Zazo *et al.*, 2007; Holm *et al.*, 2008; Madeira *et al.*, 2008; Madeira *et al.*, 2010; Mourao *et al.*, 2010; Ramalho *et al.*, 2010a y b; Ramalho, 2011); 250 metros en La Gomera (Casillas *et al.*, 2008a), 1.000 metros en La Palma (Staudigel y Schmincke, 1984; Staudigel *et al.*, 1986; Casillas *et al.*, 2016) y 320 metros en Fuerteventura (Gutiérrez *et al.*, 2006).

c) Presencia de playas levantadas pliocuaternarias y otros sedimentos marinos a diversas alturas:

- Entre 1 y 100 metros en Sal (Zazo *et al.*, 2007; Ramalho *et al.*, 2010a y b; Ramalho, 2011).
- Entre 2 y 125 metros en Brava (Madeira *et al.* (2010; Ramalho, 2011).
- Hasta 70 metros en Maio (Ramalho, 2011; Represas *et al.*, 2012).
- Hasta 30 metros en São Nicolau (Ramalho *et al.*, 2010a y b; Ramalho, 2011).
- Hasta 130 metros en Boa Vista (Ramalho *et al.*, 2010a y b; Ramalho, 2011).
- Hasta 100 metros en Santiago (Ramalho *et al.*, 2010a y b; Ramalho, 2011).
- Hasta 12 metros en Santo Antão (Ramalho *et al.*, 2010a y b; Ramalho, 2011).
- Hasta 18 metros en São Vicente (Ramalho *et al.*, 2010a y b; Ramalho, 2011).
- Hasta 26 metros en Santa Luzia (Ramalho *et al.*, 2010a y b; Ramalho, 2011).
- Hasta 4 metros en La Palma (Zazo *et al.*, 2003).
- Hasta 10 metros en El Hierro.
- Hasta 18 metros (Zazo *et al.*, 2003) o 30 metros (Kröcher, *et al.*, 2008) en Tenerife.
- Hasta 120 metros en Gran Canaria (Meco *et al.*, 2007).
- Hasta 57 metros en Fuerteventura (Meco *et al.*, 2007).
- Hasta 69 metros en Lanzarote (Meco *et al.*, 2007).

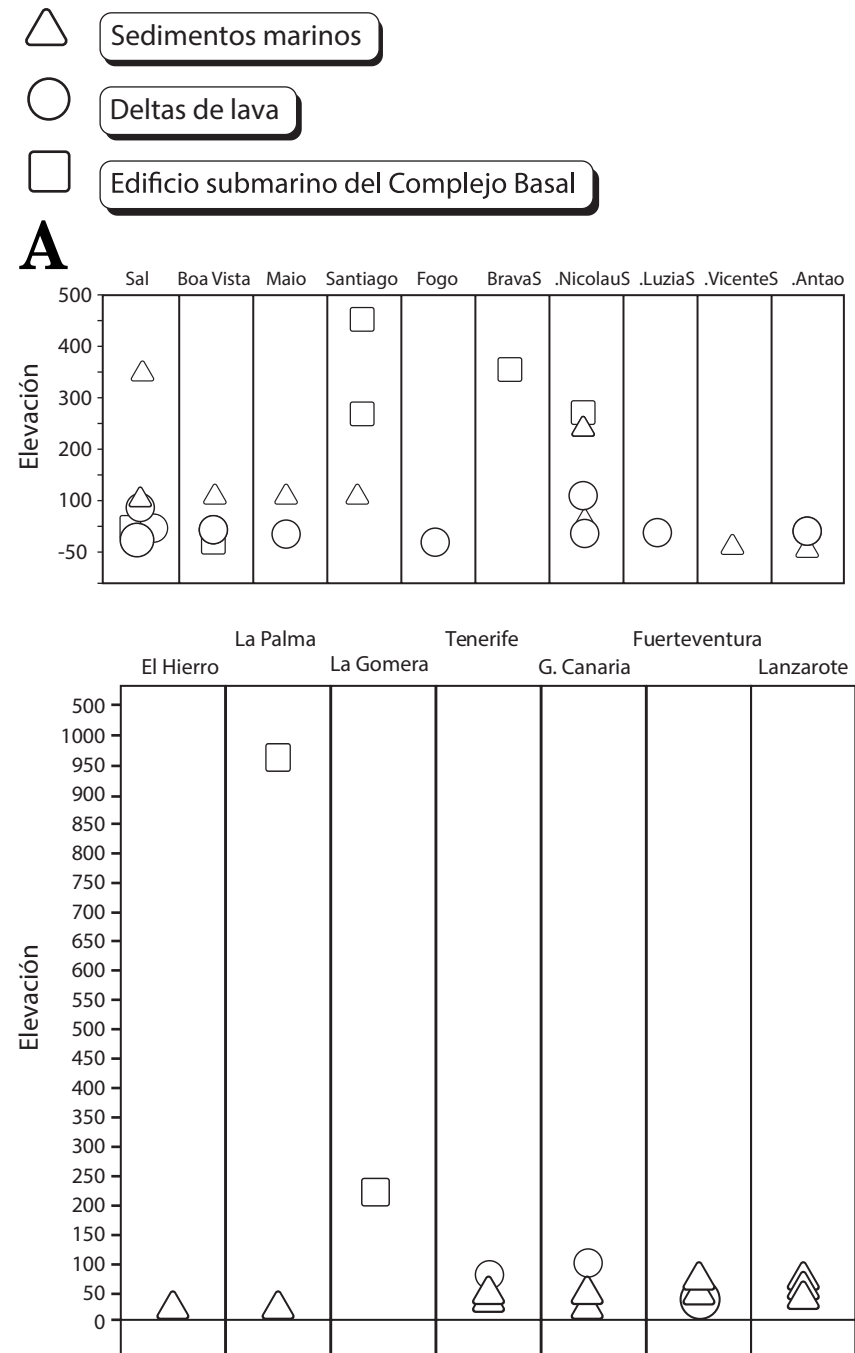


Figura 5. Paleo-marcadores del nivel de mar en las islas de Cabo Verde (A) y de Canarias (B). Referencias en el texto principal.

5) Presencia de complejos basales (La Palma, La Gomera y Fuerteventura en las Islas Canarias; Sal, Maio, Santiago, Brava, São Nicolau, Santa Luzia y São Vicente en las Islas de Cabo Verde) constituidos por corteza oceánica levantada y deformada (Fuerteventura y La Gomera en las Islas Canarias y Maio y Santiago en Cabo Verde), edificios volcánicos submarinos, rocas plutónicas que representan las cámaras magmáticas que alimentaban los edificios submarinos y subaéreos, complejos de diques y un conjunto de materiales brechoides de diverso significado (Serralheiro, 1966; Cendrero, 1967; Cendrero, 1970; Cendrero, 1971; Hernández-Pacheco, 1971; Hernández-Pacheco y Fernández-Santín, 1974; Muñoz y Sagredo, 1975; Stillman *et al.*, 1975; Serralheiro, 1976; Alves, *et al.*, 1979; Fernández Santín, 1979; Robertson y Stillman, 1979a; Robertson y Stillman, 1979b; Fúster *et al.*, 1980; Silva *et al.*, 1981; Robertson y Bernouilli, 1982; Stillman *et al.*, 1982; Mitchell *et al.*, 1983; Cantagrel *et al.*, 1984; De la Nuez, 1984; Staudigel y Schmincke, 1984; Le Bas *et al.*, 1986; Staudigel *et al.*, 1986; Stillman *et al.*, 1987; Gerlach *et al.*, 1988; Davies *et al.*, 1989; Muñoz y Sagredo, 1989; Sagredo *et al.*, 1989; Ahijado y Hernández-Pacheco, 1990; Silva *et al.*, 1990; Ahijado y Palacios, 1991; Ahijado *et al.*, 1991; Ahijado, 1992; Ahijado y Hernández-Pacheco, 1992; Renz *et al.*, 1992; Cantagrel *et al.*, 1993; Muñoz y Sagredo, 1994; Ancochea *et al.*, 1996; Hobson *et al.*, 1998; Steiner *et al.*, 1998; Ahijado, 1999; Balogh *et al.*, 1999; Gutiérrez, 2000; Ahijado *et al.*, 2001; Carracedo *et al.*, 2001; Caldeira y Silva, 2002; Gutiérrez *et al.*, 2002; Torres *et al.*, 2002; Demeny *et al.*, 2004; Ahijado *et al.*, 2005; Muñoz *et al.*, 2005; Fernández *et al.*, 2006; Gutiérrez *et al.*, 2006; Duprat *et al.*, 2007; Casillas *et al.*, 2008a; Casillas *et al.*, 2008b; Demeny *et al.*, 2008b; Herrera *et al.*, 2008; Holm *et al.*, 2008; Holloway *et al.*, 2008; Holloway y Bussy, 2008; Ancochea *et al.*, 2010; Casillas *et al.*, 2010; Demeny *et al.*, 2010; Madeira *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2010; Mourão *et al.*, 2010; Allibon *et al.*, 2011a; Allibon *et al.*, 2011b; Casillas *et al.*, 2011a; Represas *et al.*, 2012; Fernández *et al.*, 2014; Martins, 2014; Ancochea *et al.*, 2015; Da Silva, 2015; De la Nuez *et al.*, 2016; Casillas *et al.*, 2016; Tornare *et al.*, 2016; Marques *et al.*, 2017; Casillas *et al.*, 2020).

6) La existencia, desde el punto de vista geomorfológico y geológico, de islas fuertemente contrastadas en ambos archipiélagos:

a) Islas con cotas máximas de varios miles de metros, con fuertes relieves caracterizadas por la presencia de edificios volcánicos de fuertes pendientes, y la presencia de profundos barrancos, como Brava, Fogo, Santiago, São Nicolau Santo Antão, en Cabo Verde; y Gran Canaria, Tenerife, La Palma, El Hierro y La Gomera en las Islas Canarias.

b) Islas arrasadas, con relieves planos y de baja altura frecuentemente cubiertas por extensas terrazas marinas, e interrumpidas sólo ocasionalmente con relieves residuales y conos volcánicos formados por erupciones en las últimas fases de la etapa de rejuvenecimiento como São Vicente, Santa Luzia, Sal, Boa Vista y Maio en Cabo Verde, y Lanzarote y Fuerteventura en las Islas Canarias.



7) Presencia de rocas ígneas carbonatíticas en algunas islas de ambos archipiélagos (en Cabo Verde tanto plutónicas y filonianas como volcánicas; en Canarias, sólo como filonianas): Fuerteventura (Fúster *et al.*, 1968; Muñoz, 1969; Barrera *et al.*, 1981; Le Bas *et al.*, 1986; Ahijado y Hernández-Pacheco, 1990; Ahijado y Palacios, 1991; Hoernle y Tilton, 1991; Ahijado, 1992; Ahijado *et al.*, 1991; Ahijado y Hernández-Pacheco, 1992; Cantagrel *et al.*, 1993; Sagredo *et al.*, 1996; Demeny *et al.*, 1998a; Demeny *et al.*, 1998b ; Ahijado 1999; Hoernle *et al.*, 2002; Demeny *et al.*, 2004; Muñoz *et al.*, 2005; De Ignacio *et al.*, 2006); São Vicente, São Nicolau, Maio, Santiago, Fogo, Brava y dos islotes situados al Norte de Brava: Secos y Rombo (Bernard-Griffiths *et al.*, 1975; Silva *et al.*, 1981; Stillman *et al.*, 1982; Mitchell *et al.*, 1983; Kogarko, 1993; Hoernle *et al.*, 2002; Jorgensen y Holm, 2002; Madeira *et al.*, 2005; Ancochea *et al.*, 2010; Mourão *et al.*, 2010; Madeira *et al.*, 2010; De Ignacio *et al.*, 2012); algo, actualmente, prácticamente único en ambiente oceánico (Woolley y Kjarsgaard, 2008). Las carbonatitas, en estas islas, aparecen como (Figura 7):

- a) Rocas plutónicas asociadas a intrusiones ultraalcalinas: Fuerteventura, Santiago y Brava, en los Complejos Basales de las islas.
- b) Diques: Fuerteventura, São Nicolau, Santiago, Brava, Maio (todos los casos anteriores en los complejos basales de las islas) y São Vicente.
- c) Rocas volcánicas de diversa naturaleza: coladas de lava (Fogo, São Vicente y Brava), ceniza de origen hidromagmático (Brava), lapilli de caída (Brava), coladas piroclásticas (Brava y Santiago) y diatremas (Santiago).

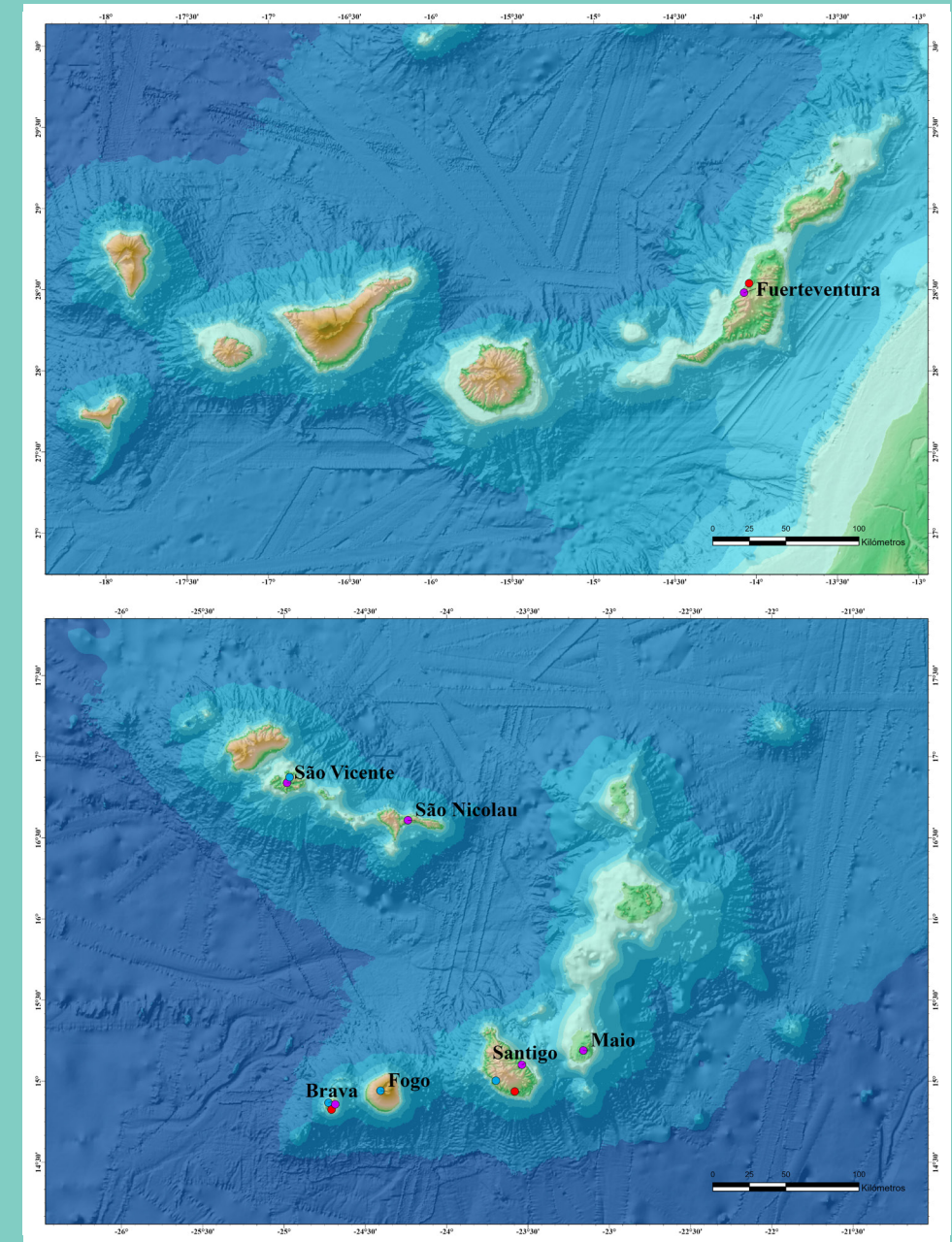
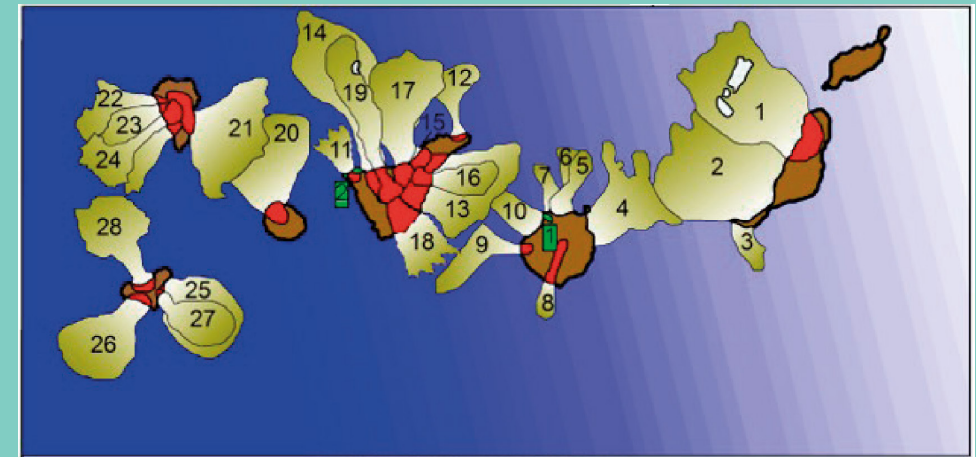
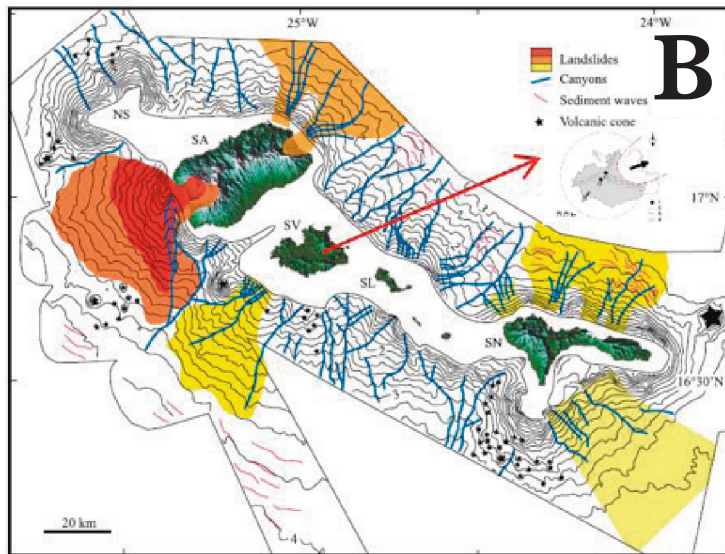
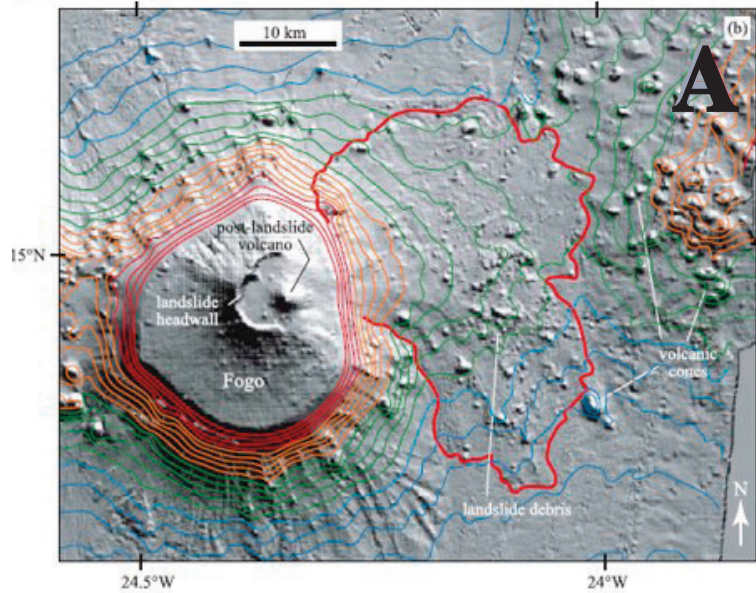


Figura 6. Localización de afloramientos de carbonatitas en las islas de ambos archipiélagos. Círculos rojos como rocas plutónicas; círculos violetas, como diques; y, círculos azules, como rocas volcánicas.

8) Existencia de grandes deslizamientos gravitacionales que han afectado repetidamente a los flancos de los edificios insulares a lo largo de la historia submarina y subaérea de cada Isla (Fig. 8), (alrededor de 30 contabilizados en las Islas Canarias, Casillas *et al.*, 2011, y al menos 8 en Cabo Verde, Masson *et al.*, 2008; Ancochea *et al.*, 2010).



CANARIAN LANDSLIDES

FUERTEVENTURA:

1. South Puerto del Rosario 16 M.a.
2. Puerto del Rosario 18 M.a.
3. South Jandía

GRAN CANARIA:

4. Las Palmas 9 M.a.; 4-3,5 M.a.
5. Galdar 4-3,5 M.a.
6. Norte 12-14 M.a.
7. Agaete 12-14 M.a.
8. Roque Nublo 4-3,5 M.a.
9. Horgazales 14.1 M.a.
10. Noroeste 14 M.a.

TENERIFE:

11. Los Gigantes - Los Carrizales 6 M.a.
12. Arco de Taganana 4,5 M.a.
13. Tamadaba 2,5 M.a.
14. Los Roques de García 0,6-0,7 M.a.
15. Santa Úrsula - Micheque 1,1 M.a.
16. Güimar 1 M.a.
17. Orotava 0,6 M.a.
- 18.
19. Las Cañadas - Valle de Icod. 0,20 - 0,16 M.a.

LA GOMERA:

20. Tazo 9,5 M.a.

LA PALMA:

21. Santa Cruz de La Palma 1,38 - 1,08 M.a.
22. Playa de la Veta-I 1,38 - 1,20? M.a.
23. Playa de La Veta-II 1,02 - 0,85 M.a.
24. Cumbre Nueva 0,56 M.a.

EL HIERRO:

25. Las Playas - I 0,545 - 0,176 M.a.
6. El Julan > 0,158 M.a.
7. Las Playas - II 0,176 - 0,145 M.a.
28. El Golfo 0,090 - 0,015 M.a.

CANARIAN TSUNAMI DEPOSITS

GRAN CANARIA:

- Agaete. Related to Güimar landslide (n° 16)

TENERIFE:

- Teno-Buenavista. Related to Las Cañadas landslide (n° 19)

- Tsunami deposits
- Submarine megablock
- Submarine prolongation of landslide
- Landslide amphitheatres
- Islands

Figura 7. Grandes deslizamientos gravitacionales detectados en: A, Fogo (Masson y Le Bas, 2008), B, en Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia y São Niccolau (Masson *et al.*, 2008; Ancochea *et al.*, 2010) y C, Canarias (Casillas *et al.*, 2011).

Por otro lado, los siete montes submarinos al sur de Canarias, al igual que las islas que forman el archipiélago canario pertenecen a una unidad mayor llamada la provincia de montes submarinos canarias (CISP “*Canary Islands Seamount Province*” en inglés). Estos montes submarinos han sido datados (van den Bogaard, 2013), arrojando edades de hasta 142 Ma (Fig. 9, Tropic, 119 Ma.; The Paps, 91 Ma.; Bisabuelas, 142 Ma.; El Hierro Ridge, 133 Ma.; Henry, 126 Ma.), edades claramente incompatibles con el modelo clásico de “*hot spot*” atribuido al origen de las Islas Canarias.

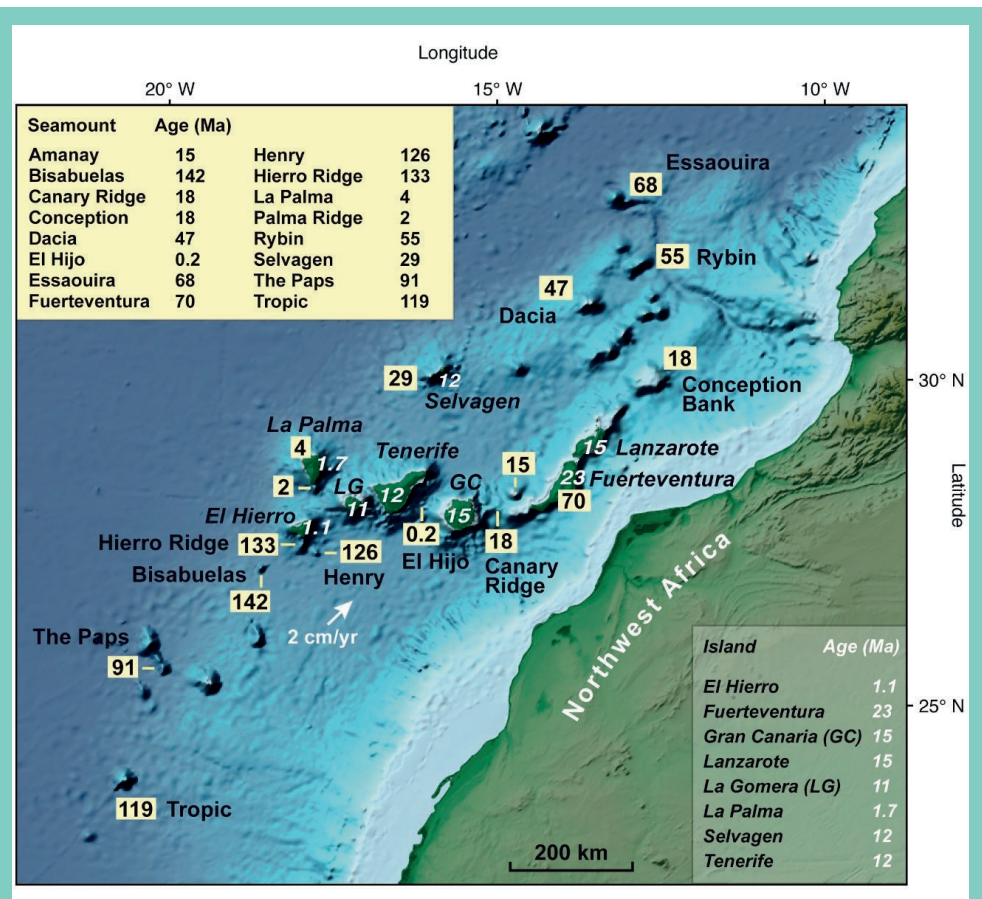


Figura 8. Mapa del CIPS y edad de cada isla y monte submarino (tomado de Van den Bogaard, 2013).

En este contexto y, a la hora de tratar de explicar el origen de Canarias y de todo este magmatismo que existe alrededor de Canarias, cabe mencionar que, recientemente han aparecido diversas publicaciones científicas realizadas, principalmente, por investigadores del Instituto Oceanográfico de Canarias (Palomino *et al.*, 2016; Medialdea *et al.*, 2017; Sánchez-Guillamón *et al.*, 2018a; Sánchez-Guillamón *et al.*, 2018b; León *et al.*, 2019; León *et al.*, 2022) sobre el estudio de los fondos oceánicos y montes submarinos al oeste y suroeste de Canarias; con el fin de solicitar, ante la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la extensión de la plataforma continental al oeste de Canarias en casi 300.000 kilómetros cuadrados.

Los resultados obtenidos en estos trabajos arrojan una importante luz sobre la evolución tectónico-magmática de toda esta zona del Atlántico oriental:

1. Al contrario de lo que se suponía anteriormente, los montes submarinos de la zona suroccidental de la Provincia Volcánica de las Islas Canarias (Tropic, Papps, Echo, etc.) no han permanecido inactivos desde el Cretácico, sino que, existen evidencias de actividad volcánica en el Mioceno Medio-Superior al Pleistoceno Medio-Inferior. Incluso este rejuvenecimiento volcánico es deducido por Klugel *et al.*, (2020) para el monte submarino Henry, localizado al sur de El Hierro y datado por Klugel *et al.*, (2011) en 126 Ma.

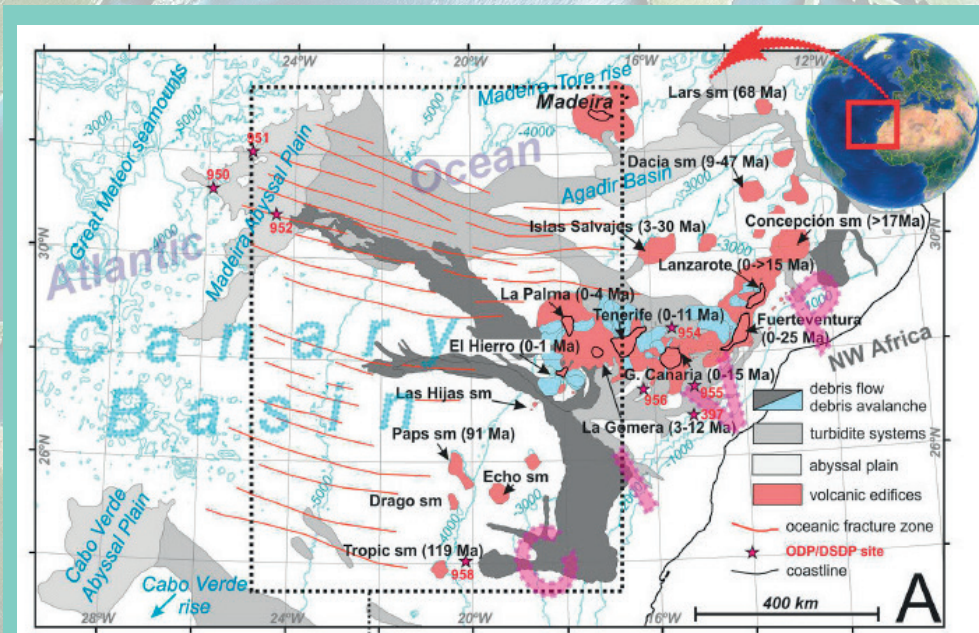


Figura 9. Área del estudio realizado por el Instituto Español de Oceanografía (tomado de León *et al.*, 2022).

2. Si observamos las características volcano-tectónicas de la cuenca oceánica al oeste de Canarias encontramos numerosas semejanzas con lo que ocurre en Canarias:

2.1. Coincidencia de las directrices estructurales representadas por fallas, alineaciones volcánicas, ejes de anticlinales, etc. A saber:

- a) NNE-SSO a NE-SO. Coincidentes con las fracturas paralelas a la dorsal oceánica y que aparecen en la corteza oceánica como herederas del rift central de la dorsal.
- b) ENE-OSO.
- c) NNO-SSE a NO-SE. Paralelas a las grandes fracturas transformantes.

Estas tres tendencias se corresponden con las “clásicas” directrices canarias (Hernández-Pacheco e Ibarrola, 1973), a las que se ajustan la mayoría de las fallas, alineaciones volcánicas, direcciones de diques, etc.: Africana (a); Atlásica (b) y Atlántica (c).

2.2. Intensa actividad magmática en Mioceno Medio-Superior al Pleistoceno Medio-Inferior (Entre 13,5 y 1,8 Ma); incluso en el Pleistoceno-Holoceno (entre 1,61 Ma y 25.000 años).

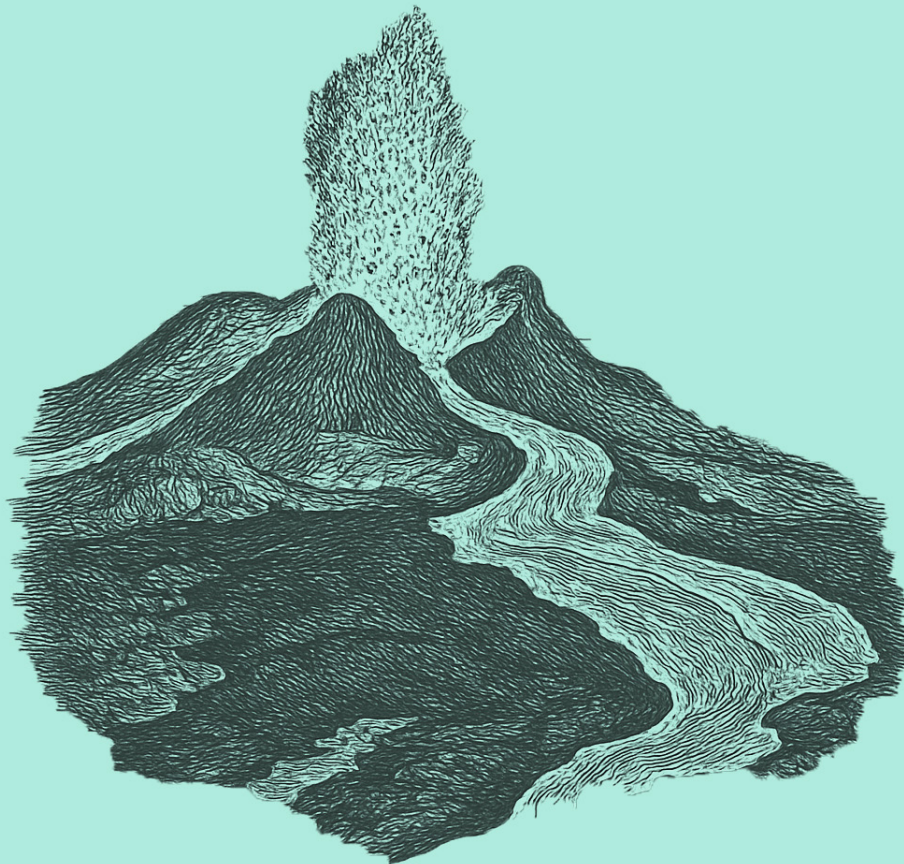
3. De lo anterior se deduce que, para el período del Mioceno Medio Superior al Pleistoceno Medio-Inferior (Entre 13,5 y 1,8 Ma); incluso del Pleistoceno-Holoceno (entre 1,61 Ma y 25.000 años), la actividad volcánica en esta zona del Atlántico se extiende en un área muy grande, lo que parece excluir la relación edad-localización del magmatismo, como la teoría del “Hot Spot” exige.

4. Parece que, en la Provincia Volcánica de las Islas Canarias, la localización de la actividad volcánica está condicionada, claramente, por directrices estructurales que aparecen en la corteza oceánica, como son las fallas transformantes y las fallas heredadas del rift de la dorsal oceánica, que han sido activas, al menos, en el período de tiempo considerado (Mioceno Medio-Superior al Pleistoceno Medio-Inferior, incluso al Pleistoceno-Holoceno) ya que deforman los sedimentos oceánicos anteriores a ese período de tiempo, según muestran los perfiles sísmicos.

Por tanto, la localización de esa actividad volcánica no estaría condicionada por la migración de la plaza litosférica sobre un punto caliente fijo en el manto sublitosférico.

En cualquier caso, queda por explicar el origen del levantamiento cortical que se deduce de estos trabajos y el de la anomalía mantélica que explicara el magmatismo.

Por otra parte, de la distribución espacial tan amplia y tan extendida de la actividad volcánica más reciente en el fondo oceánico de este sector del Atlántico oriental se deduce que la corteza oceánica, al contrario de lo que se pensaba, desde los postulados de la Tectónica de Placas, actúa como una rejilla muy permeable al accenso de magmas desde el manto.



Viviendo con volcanes. Las erupciones históricas de Canarias

Carmen Romero Ruíz

Capítulo 4

Conos volcánicos de escorias y lapilli, o de spatter, hornitos, tubos subterráneos, depósitos de flujos lávicos y piroclásticos, y muchos otros elementos característicos del volcanismo, constituyen la memoria de los paisajes generados por la actividad volcánica y narran la historia de esos territorios. Muchos de esos elementos cuentan la historia antes de la Historia de un lugar, pero muchos otros corresponden a acontecimientos volcánicos extraordinarios vividos por las comunidades que habitan esos espacios geográficos. La observación directa de las erupciones volcánicas añade a los procesos volcánicos de tiempos geológicos pasados datos que de otro modo son imposibles de adquirir: existencia de anomalías térmicas y de emisiones gaseosas previas, fechas de inicio y final de los eventos, duración de los mismos, localización geográfica, sismicidad precursora, acompañante o post-eruptiva, distribución espacial de coladas y piroclastos, actuación de las autoridades civiles, militares y eclesiásticas, medidas adoptadas, impacto sobre la población y el territorio natural y habitado, víctimas, daños en el patrimonio construido y vías de comunicación, entre otros. Estos datos en combinación con los que resultan de estudios estratigráficos, geomorfológicos, petrológicos, geofísicos, cartográficos, geoquímicos y volcanológicos posibilitan un conocimiento más profundo de los procesos volcánicos desarrollados en el pasado más reciente en una determinada región y permiten el establecimiento de los peligros y la posibilidad de contribuir a la reducción de los riesgos asociados al desarrollo de erupciones futuras.

Las primeras evidencias de la convivencia de la humanidad con los volcanes datan de varios millones de años; huellas humanas de una rama de los primeros homínidos quedaron impresas hace 3,6 Ma en capas de cenizas volcánicas del volcán de Oldoinyo L'engai, (Tanzania, África) (McNutt *et al.*, 2021). En occidente, los procesos volcánicos constituyeron el transfon-

simbólica, mítica y legendaria. Muchas de estas leyendas tienen su fundamento en eventos volcánicos y representan el recuerdo más antiguo de esa coexistencia con el hombre. Los volcanes del Mediterráneo están íntimamente ligados a los dioses grecolatinos y a leyendas como los de Jasón y los Argonautas en Santorini, Minas y Hefestos en el Vesubio y Encelado y Atenea en el Etna. La leyenda de la lucha entablada entre Achaman, dios de los cielos, y Guayota, divinidad maléfica que habitaba en el Teide, para rescatar a Magec, dios del sol, encerrado por Guayota en el interior del volcán, con el oscurecimiento del cielo, las explosiones, los temblores de tierra, y la emisión de fuego y piedras por su boca parece guardar relación con el carácter volcánicamente activo del gran volcán de Tenerife. Historias similares, con otros dioses en otros muchos volcanes activos del mundo, han sido interpretadas como evidencias de la convivencia del hombre con los volcanes en erupción en épocas históricas más o menos remotas. Las historias narradas se prolongaron en el tiempo y aparecen, ya cristianizadas, en la Edad Media y aplicadas a estos y otros volcanes de los confines del mar tenebroso del medievo como el Hekla, en Islandia y el Teide, en Canarias.

Las profundas lagunas existentes en el conocimiento de la actividad volcánica protohistórica de las Islas Canarias se deben esencialmente a la escasez de datos históricos acerca del origen y posterior desarrollo de la primera etapa de colonización del Archipiélago (entre los siglos X a.n.e y el III d.n.e.), y de la etapa de aculturación (efectuada entre los ss XIV y XVI) (Atoche, 2006), producida tras la llegada de los normandos a Canarias en 1402. A pesar de que los primeros textos referidos a Canarias datan de la época grecolatina (Márquez, 2021) no hay en ellos suficientes datos para inferir actividad eruptiva en las islas, ni tampoco en la documentación conservada de la etapa del redescubrimiento de Canarias entre el s. XIV-XV. Erupciones como la narrada por los primeros historiadores de Canarias y desarrollada en La Palma entre 1445 y 1448, o la referida por Colón en su cuaderno de Bitácora en 1492, así como la citada por Quesada y Chavez (Romero, 2007; Romero *et al.*, 2009), de edad indeterminada y posterior a 1497, corresponden a episodios eruptivos muy poco conocidos, muchas veces sin localización geográfica detallada y sin fechas de desarrollo precisas. Solamente de las erupciones producidas a partir de fines del S. XVI cuentan con un corpus documental suficiente como para obtener información más o menos detallada de los procesos eruptivos y sus efectos (Romero, 1991; Romero, 1997).

Tabla 1. Listado de las erupciones históricas de las Islas Canarias. Los datos referidos a las fechas, duración y áreas han sido obtenidos de la documentación histórica y de la cartografía de los volcanes; el área del volcán de 2011-2012 es de Longpre y Felpeto (2021), la columna de observaciones ha sido modificada de Sánchez *et al.* (2019).

Año	Denominación	Lugar
1585	Tehuya	Cumbre Vieja (La Palma)
1646	Volcán Martín o de Tigalate	Cumbre Vieja (La Palma)
1667 - 1678	Volcán de San Antonio	Cumbre Vieja (La Palma)
1704 - 1705	Volcán de Sietefuentes	Dorso Cañadas (Tenerife)
	Volcán de Fasnía	Ladera Sur de Izaña (Tenerife)
	Volcán de Arafo	Dorsal de Pedro Gil (Tenerife)
1706	Erupción de Garachico	Dorsal de Abeque (Tenerife)
1712	Erupción del Charco	Cumbre Vieja (La Palma)
1777	Sin denominación	Erupción submarina (El Hierro)
1730 - 1736	Timanfaya	Campo volcánico central (Lanzarote)
1798	Erupción Narices del Teide	Laderas Pico Viejo (Tenerife)
1824	Tao	Campo volcánico central (Lanzarote)
	Nuevo del Fuego	
	Tinguatón	
1909	Volcán del Chinyero	Dorsal de Abeque (Tenerife)
1949	Erupción de San Juan	Cumbre Vieja (La Palma)
1971	Volcán del Teneguía	Cumbre Vieja (La Palma)
2011 - 2012	27°37'18"N, 17°59'58"W	Erupción submarina (El Hierro)
2021	Volcán de Tajogaite	Cumbre Vieja (La Palma)

Fecha (inicio - final)	Duración (en días)	Área km ²	Observaciones
19 mayo - 10 ago.	84	4	Extrusión forzada de monolitos fonolíticos. Block and ash. Magma mingling.
2 oct. - 21 dic.	82	6,1	Lluvia de cenizas en Tenerife. Estruendo en Lanzarote. Depósitos freatomagmáticos.
17 nov. - 21 ene.	66	4,7	Explosiones estrombolianas violentas. Depósitos freatomagmáticos.
31 dic. 1704 - 4/5 ene. 1705	71	4,6	Explosiones estrombolianas violentas.
5 ene. - 16 ene.			
2 feb - 27 mar.			
5 mayo - 13 jun.	40	7,6	Flujos piroclásticos por colapso coladas.
9 oct. - 3 dic.	56	5,4	Sin información documental. Depósitos freatomagmáticos.
13 sep. - sin fecha	Sin duración	Sin área	Erupción submarina. Decoloración del agua.
1 sep. 1730 - 16 abril 1731	2055	207	Explosiones violentas. Colpaso conos con depósito de avalancha.
9 jun. - 15 sep.	99	4,6	Explosiones freática. Brecha explosiva.
31 jul. - 24 oct.	86	3,9	Emisión de agua de forma tranquila y en geyser.
18 nov. - 27 nov.	10	2,2	Explosiones estrombolianas violentas.
24 jun. - 30 jul.	37	3,7	Explosiones freatomagmáticas. Flujos piroclásticos. Altura columna 4.000 m. Lahares post-eruptivos.
26 oct. - 18 nov.	24	3,1	Colapso cono y coladas. Flujos piroclásticos.
10 oct. 2011 - 5 mar. 2012	128	6,9	Erupción submarina. Decoloración del agua, emisión de balones de lava y restingoliras
19 sep. - 13 dic.	85	12,2	Explosiones estrombolianas violentas. Pulsos freatomagmáticos.

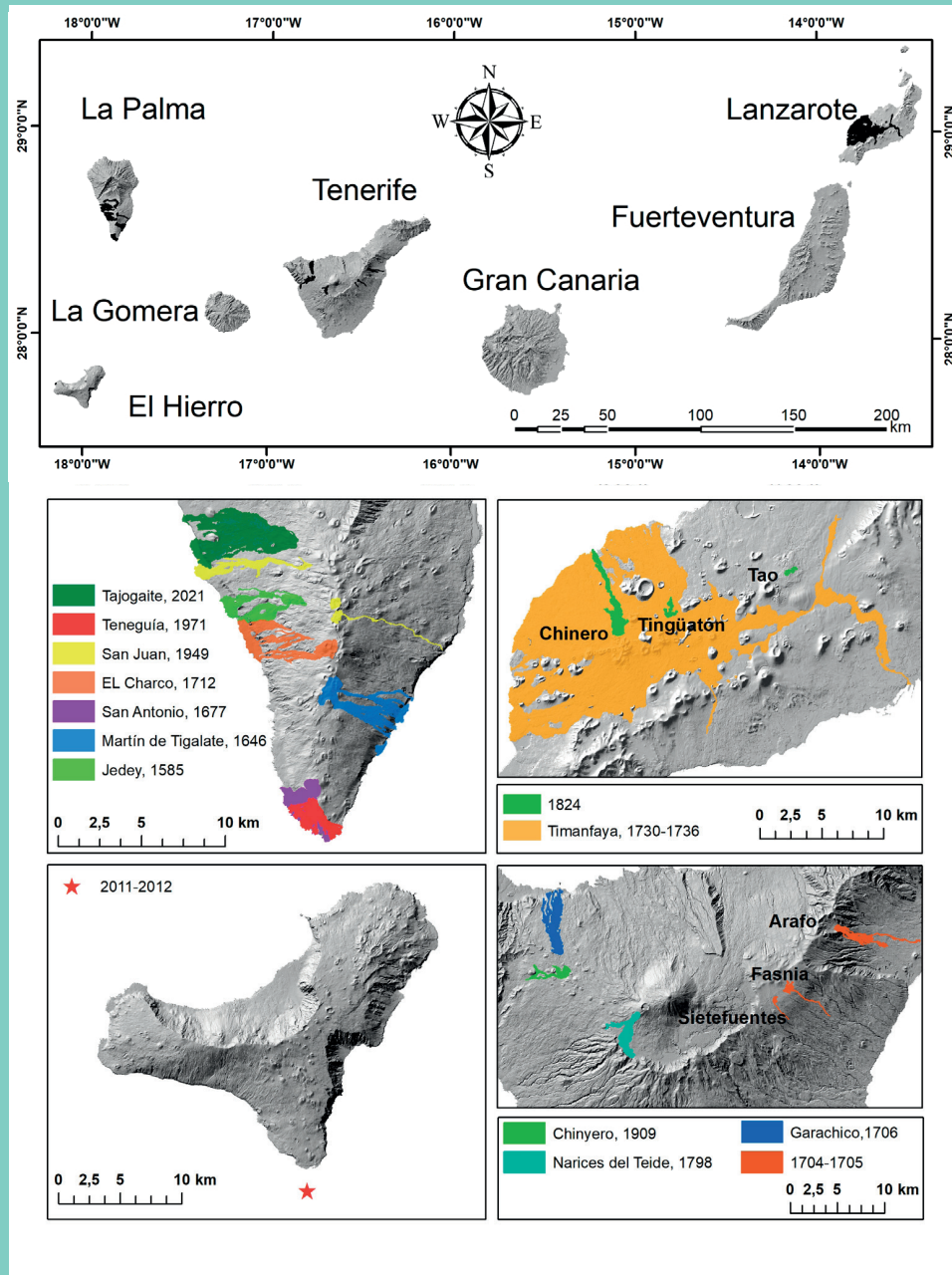


Figura 1. Volcanes históricos de las Islas Canarias desde el S XVI. La erupción de 1777 en la isla de El Hierro no está incluida pues se desconoce su ubicación espacial.

Sin considerar las erupciones peor documentadas de Tacande (1445 - 48, La Palma), y las descritas para Tenerife por Colón (1492) y Quesada Chavez (de fecha desconocida y producida después de la conquista de Tenerife y con anterioridad a 1704), los habitantes de las islas han sido testigos de 15 episodios eruptivos (tabla 1), de muy desigual magnitud y afecciones espaciales (figura 1) y socioeconómicas.

La isla de La Palma (Pacheco *et al.*, 1998) es la que posee un mayor número de episodios volcánicos históricos, pues cuenta con un total de siete erupciones (1585, 1646-47, 1678-79, 1722, 1949, 1971 y 2021), localizadas en su totalidad en la cordillera volcánica de Cumbre Vieja, en el área meridional de la isla. En Tenerife (Fernández Navarro, 1919) se han producido sólo cuatro erupciones (1704-05, 1706, 1798 y 1909), todas ellas ubicadas en el sector de cumbres de las cordilleras de Pedro Gil y de Abeque y en el estratovolcán de El Teide. La isla de El Hierro cuenta con dos erupciones submarinas, una que tuvo su inicio el 13 de septiembre de 1777, de la que apenas si tenemos datos documentales (Romero, 2016; Guillén, 2023) y la otra producida entre octubre de 2011 y marzo de 2012, muy bien conocida instrumentalmente (López *et al.*, 2012). En la isla de Lanzarote (Hernández Pacheco, 1960) se han originado sólo dos episodios volcánicos, localizados en el campo volcánico central, aunque en ambos casos corresponden a erupciones fisurales múltiples; la erupción de Timanfaya desarrollada entre 1730 y 1736 es el evento basáltico de mayor superficie y duración de la historia volcánica reciente de Canarias y la erupción de Tao, Nuevo del Fuego o Chinero, y Tingüatón de 1824 (Romero, 1991).

La duración de estos eventos eruptivos, obtenida de la documentación, es muy desigual, oscilando desde tan solo 5 días (erupción de 1704, Siete Fuentes), a los más de 2.055 días de la erupción de Timanfaya. Excluyendo este último evento, la duración de las erupciones es, en general, relativamente breve, con tan solo 62 días de media. La superficie cubierta total derivada de la cartografía de conos y coladas es de 276 km², con superficies mínimas de 2,2 km² (erupción de 1909, Chinero) y máximas de 207 km² (erupción de Timanfaya, 1730-36); dejando de lado la superficie ocupada durante esta última, la superficie media cubierta para un evento único es del orden de los 5,3 km².

Todos los eventos corresponden a un volcanismo monogenético máfico, con composiciones que van desde los basaltos toleíticos (erupción de 1730/36) a basanitas (por ejemplo, erupción de 1824), tefritas (erupción de 2021), fonotefritas (erupción de 1798) y fonolitas (erupción de 1585) (Longpre y Felpeto, 2021). Las erupciones están precedidas de etapas sísmicas producidas decenas de años antes (erupción de 1949), sólo algunos años (erupción de 1909), meses (erupción de 1585), semanas (erupción de 1704-1705) o incluso sólo algunos días (Romero, 1991; Albert, 2016). Estas diferencias en la duración de estas fases sísmicas pueden, no obstante, ser consecuencia de la falta de datos documentales. Durante la semana o días anteriores al comienzo de la erupción, tanto la frecuencia como la intensidad de los sismos sentidos aumentan de modo paulatino y van acompañados de frecuentes ruidos subterráneos. Estas crisis sísmicas sentidas previas de mayor intensidad y frecuencia suelen provocar el pánico en la población cercana a los sectores de apertura de los centros eruptivos y han sido considerados desde inicios del S. XVIII como fenómenos precursores de las erupciones volcánicas (Viera y Clavijo, 1773).

Se trata, además, de episodios eruptivos fisurales, con varios centros de emisión, que construyen sus edificios volcánicos a partir de fracturas simples con longitudes de entre tan sólo unos cientos de metros (370 m, erupción de 1704, Sietefuentes) a varios km (2.900 m, erupción de 1949, San Juan) y orientaciones N-S, NE.-SW, NW.-SW, con tendencias NNW.-SSE o NNE-SSW. El número total de edificios construidos es de unos 48, aunque el número total de centros de emisión rebasa los 350, lo que indica el carácter claramente fisural de las erupciones. En ocasiones, las fracturas poseen gran desarrollo longitudinal y dan lugar a erupciones múltiples alineadas y de localización espacial discontinua, con longitudes totales superiores a la decena de km (14,2 en la erupción de 1730-36, Timanfaya y 10 km en la erupción de 1704-1705).

La actividad eruptiva suele comenzar con la apertura de toda la fractura para, en fases posteriores, reorganizar los centros eruptivos en un tramo específico de la misma (Martínez de Pisón *et al.*, 1972; Romero, 1991; Muñoz *et al.*, 2022) o progresar hacia otros lugares alejados de los puntos de emisión iniciales (erupción 1646, Martín de Tegalate), dispuestos o no según la orientación de la fractura inicial. Las enormes distancias existentes entre los distintos lugares de desarrollo de estas erupciones múltiples suponen variaciones de los contextos volcanológicos e hidrogeológicos que pueden generar cambios drásticos en el comportamiento del estilo y de la dinámica eruptiva (p ej, erupciones de 1646, 1949 y 1824). Como consecuencia este tipo de disposición estructural, la actividad eruptiva ocasiona incertidumbres importantes que complican el seguimiento y control de las erupciones. Pero, además, las variadas situaciones geográficas de apertura de cada uno de los centros eruptivos, con condiciones de ocupación territorial y social no siempre semejantes inciden de modo directo en el impacto causado por cada evento por separado y complica aún más la gestión de las crisis volcánicas.



Figura 2. Alineación de los centros eruptivos de 1798 (erupción Narices del Teide, Tenerife) a lo largo de una fractura de 1000 metros en el flanco suroccidental de Pico Viejo.

Otra característica común a estas erupciones es la existencia de fases de comportamientos eruptivos de tipo hawaiano, estromboliano y estromboliano violento, alternantes y/o concomitantes a lo largo de la fractura (p. ej. erupción 2021). Los datos correspondientes a los depósitos piroclásticos proximales permiten, además, la identificación de pulsos de tipo freatomagmático para las erupciones de 1646, 1677/78, 1712, 1730/36, 1798, 1949 y 2021, lo que implica un aumento de la intensidad de estas erupciones y alturas de columnas eruptivas más desarrolladas. En las erupciones de 1949 y 2021 las columnas alcanzaron alturas entre los 4.000 y los 8.000 m, receptivamente; en el resto de las erupciones mencionadas se reportan caídas de cenizas en varias islas, lo que es indicativo también de su mayor energía explosiva.

Si bien en el pasado, la dispersión de cenizas no constituía un peligro significativo, en la actualidad el desarrollo de las comunicaciones aéreas y la mayor ocupación humana del territorio han incrementado los riesgos asociados. Existen también datos morfológicos y documentales que evidencian una actividad de carácter hidrotermal para la erupción de 1824 en Lanzarote, con la emisión de aguas salobres calientes de forma tranquila (Volcán de Tao) o en forma de potentes jets (Volcán de Tinguatón). La columna de observaciones de la tabla 1, muestra cómo, aunque el estilo eruptivo dominante es el estromboliano/estromboliano violento, la dinámica eruptiva varía de unas erupciones a otras, entre los distintos centros eruptivos de una sola erupción o entre fases diferentes en un mismo centro eruptivo. De este modo, durante la mayor parte de los episodios volcánicos se desarrollan estilos eruptivos de mayor energía correspondientes a procesos volcánicos diferenciados: la extrusión forzada de pitones fonolíticos con depósitos de bloques y cenizas (erupción de 1585), a pulsos de contacto agua-magma, y a la formación de flujos piroclásticos originados por el colapso de columnas eruptivas (p. ej. 1949), conos volcánicos (p. ej. 1730/36) (Romero *et al.*, 2020) y flujos de lava (1971) (Araña, 1999).

La emisión de flujos lávicos comienza inmediatamente después de la apertura de la fisura eruptiva y suele mantenerse, con pulsos de mayor o menor tasa eruptiva hasta el final de los procesos eruptivos. La morfología de los flujos lávicos emitidos abarca todos los tipos y subtipos superficiales típicos de las coladas máficas y muestran tanto morfología *pahoehoe* como *aa*, con las morfologías habituales de evolución características de ambas categorías en los sectores más distales.



Figura 3. Inicio de la columna de un pulso freatomagmático durante las primeras horas de actividad el día 19 de septiembre de 2021 (Erupción de Tajogaite de 2021 en La Palma)
Fotografía: C. Romero.

Las coladas *pahoehoe* muestran morfologías superficiales muy variadas que abarcan desde las típicas *pahoehoe* de superficie continua (digitadas, en losas, y de tipo *hummocky*) hasta las que resultan de una evolución de las mismas y generan losas basculadas, *pahoehoe* escoriáceas o incluso en bloques. Se incluyen también en estas coladas estructuras como canales de acreción, hornitos sin raíz, tubos volcánicos, jameos, túmulos, pequeñas mesetas y pozos de inflación, que se producen por inflación de las coladas y se asocian al suministro sostenido de lava debajo de una corteza externa aislante de comportamiento frágil. Las coladas *pahoehoe* suelen disponerse en sectores proximales a los centros de emisión de muchos de los volcanes históricos (p. ej. 1706, 1798), configurando flujos individualizados (p. ej.: 1949), o conformando amplias zonas de la erupción de Timanfaya correspondientes a las últimas fases de la erupción. Las coladas máficas *aa* son dominantes en la mayor parte de las superficies de lava históricas y están caracterizadas por morfologías escoriáceas, de aspecto erizado y caótico, formadas por fragmentos sueltos de formas irregulares, bordes espinosos, y rasgos heterométricos variados. Los flujos con superficies típicamente *aa* evolucionan en los sectores distales hacia coladas constituidas por fragmentos esféricos y grandes bloques, apareciendo estructurados en canales abiertos con diques laterales, frontales y centrales bien definidos.



Figura 4. Coladas distales de tipo aa con morfología superficial constituida por fragmentos esféricos (Erupción de 1730-36, Lanzarote).



Figura 5. La erupción de 1706 tuvo un alto impacto en la ciudad de Garachico, donde las coladas destruyeron una buena parte de su estructura urbana y anegaron el puerto comercial más importante de las Islas Canarias. En el centro de la foto se observa la ubicación de la estructura portuaria hoy ocupada por las coladas sobre las que se ha construido uno de los barrios de la villa.

Existen pocos estudios científicos sobre los impactos causados por las erupciones históricas de Canarias, a pesar de que la documentación sobre las mismas ofrece muchos datos que permiten una valoración genérica de sus consecuencias, así como de las medidas adoptadas por la población y/o las autoridades civiles, militares y eclesiásticas. Contrariamente a lo que generalmente se cree, las erupciones históricas en Canarias sí tuvieron consecuencias, a veces dramáticas y graves, tanto en la población (muertos, heridos o desaparecidos, desplazados y evacuados), como en la economía (daños a cultivos y actividades pesqueras, a la cabaña ganadera, a la explotación forestal, a edificios civiles y religiosos y diversas infraestructuras como las viarias, las hidráulicas, tan necesarias en un territorio donde existe escasez de agua, las industriales y portuarias, entre muchas otras) (Sánchez *et al.*, 2019).

La configuración de las unidades de flujos lávicos es específica y particular de cada erupción (fig. 1), pues su trazado está condicionado por su reología y por los rasgos topográficos de los sectores de emplazamiento. Tanto en Tenerife como en La Palma, su emisión desde los sectores de cumbre y su derrame siguiendo la línea de máxima pendiente, determina que a medida que avanzan hacia los sectores de menor altitud se digiten en brazos individualizados y alcancen el litoral por varios puntos distintos. Los flujos de lava históricos, salvo las de Sietefuentes, Fasnía, Narices del Teide y Chinyero, han alcanzado el litoral y han dado lugar a la formación de deltas y plataformas lávicas costeras.

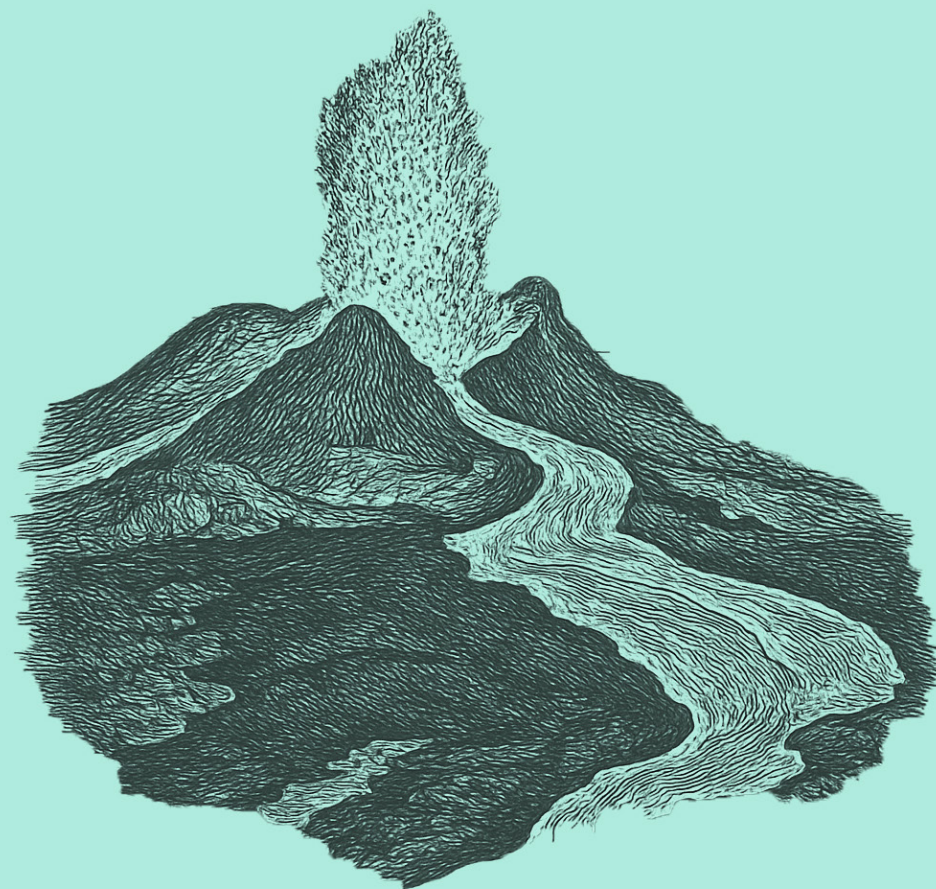
El impacto de estas erupciones en el paisaje natural y en el territorio humanizado ha sido rotundo, aunque no uniforme, pues existen variaciones sustanciales del mismo entre las distintas islas activas y entre los distintos sectores de cada una de ellas. Estas diferencias derivan de los caracteres y duración de las erupciones, del emplazamiento y localización geográfica de los centros de emisión, de la mayor o menor superficie ocupada por lavas y piroclastos, pero sobre todo de los rasgos del paisaje natural y humano previos donde se desarrollaron, e incluso de la coyuntura social, política y económica del momento en que se produjo cada evento eruptivo. En la mayoría de las ocasiones los daños se limitaron a la generación de pequeños incendios en la zona de cumbres y a la desaparición de áreas agrícolas poco extensas, con la consiguiente pérdida de las cosechas, los sistemas de acogida de agua, los lugares de pasto, ganado y colmeneras, y la destrucción más o menos aislada de viviendas unifamiliares, infraestructuras y vías de comunicación.

Algunos procesos eruptivos solo han tenido repercusiones locales, a veces casi puntuales, al afectar a superficies reducidas situadas en las zonas de cumbre y alejadas de las áreas habitadas (erupciones de 1704, Siete-fuentes, y 1909, Chinyero). Erupciones de amplias superficies cubiertas, como Timanfaya, o aquellas cuyas coladas descendieron hasta alcanzar la costa, como la de Garachico en 1706 (Romero y Beltrán, 2015) o la de Tajogaite en 2021 (Muñoz *et al.*, 2022), han tenido un impacto social, político y económico significativo (Carracedo, 2022). Durante la erupción de 1730-36, quedaron cubiertos por flujos de lava y cenizas 156 km²; esta amplitud de la superficie cubierta y su elevada continuidad espacial supuso el arrasamiento y la desaparición de la estructura territorial del 24,4% de la isla de Lanzarote. El volcanismo histórico transmutó seriamente casi un cuarto de la superficie insular, creando toda una cadena de volcanes completa; las coladas hicieron desaparecer valles enteros y arrasaron unas 25 aldeas; las cenizas inutilizaron extensas áreas y se extendieron más allá de los límites de la propia isla. Durante esta erupción hubo un cambio radical tanto del paisaje natural como humano de la isla, hasta el punto de transformar incluso los sistemas de aprovechamiento agrícola e incluso las relaciones de poder y el papel político y económico que la isla jugaba en esos momentos en el conjunto del Archipiélago Canario.

En el resto de las islas, el carácter eminentemente efusivo de estas erupciones y su localización en rift volcánicos, con configuraciones topográficas que determinan el descenso de los flujos de lava desde los centros de emisión de cumbre hacia la costa, han favorecido su emplazamiento en sectores de medianías y de costa. Estos sectores constituyen lugares tradicionales de actividad agrícola, se encuentran densamente ocupados por la población, y en ellos se ubican los núcleos de población de mayor entidad, la mayor superficie agrícola y las infraestructuras más costosas (viarias, hidráulicas y portuarias). En nueve de las trece erupciones subáreas de este periodo las coladas se han emplazado en el litoral de rifts volcánicos y han generado deltas o plataformas lávicas, lo que representa el 69% de las erupciones. Esta mayor concentración de la población de las islas en los sectores de medianías y costeros significa también que las laderas bajas de los rifts volcánicos son las áreas de mayor riesgo por coladas de lava, tal y como se ha constatado durante la erupción de La Palma en 2021.

Aunque no se cuenta con datos detallados del impacto directo en la población, la mayoría de las víctimas producidas (muertos y heridos) durante las erupciones históricas de Canarias están asociadas a la sismicidad y a la emisión de gases, lo que sugiere que son los peligros más problemáticos en la gestión de las crisis sismo-volcánicas en el futuro. El número total de personas afectadas asciende a 36, de las cuales 25 perdieron la vida y 11 corresponden a lesionados o heridos. El mayor número de víctimas, en un total de 16, se produjo durante un único evento y está vinculado al desarrollo de la peor crisis sísmica sentida documentada en las islas en tiempos históricos, correspondiendo a los sismos pre-eruptivos y acompañantes de la erupción de 1704-1705 (Tabla 2). Las erupciones han destruido un total de 47 núcleos de población y numerosas de viviendas rurales. No conviene olvidar, sin embargo, que el destacado aumento de la población producido en las islas desde los años 60 del S. XX ha llevado aparejado también una alta ocupación del territorio, por lo que, aunque los peligros asociados al volcanismo sigan patrones similares a las erupciones del pasado más reciente, los riesgos provocados por los mismos han aumentado de modo espectacular al tiempo que se ha producido el desarrollo económico. La necesidad de una planificación territorial en la que se consideren los peligros volcánicos es un reto aún por resolver en el Archipiélago Canario.

En la documentación también pueden encontrarse datos acerca de la percepción de la población y el papel desempeñado por las autoridades en la gestión de las crisis sismo-volcánicas. A lo largo de los siglos la percepción de estos fenómenos, y la manera de enfrentarse a ellos, ha cambiado de modo drástico. De todas las calamidades que han afectado al territorio canario, quizás sean los temblores de tierra y la caída de cenizas, con el oscurecimiento del día, la condensación del aire y la desaparición del sol, los que mayor espanto, angustia y miedo causaron a la población. Miedos atávicos vinculados a pérdida de la solidez de la tierra bajo los pies, a la oscuridad y las tinieblas y relacionados, a lo largo de los S. XVI-XVIII, directamente con la muerte, el fin de los tiempos y el infierno. Estos miedos tienen su razón de ser no sólo en el desconocimiento de su origen o la imposibilidad de su predicción y control sino también en su alto poder de destrucción y su capacidad para afectar a amplias superficies.



Erupción	Muertos y lesionados	Causas de muerte y lesión	Localidades evacuadas
1585	Varios afectados (5)	Intoxicación por gases	
1646	0		Población rural
1677 - 1678	4 muertos	1 por intoxicación por gases, 3 desconocidas	Población rural
1704 - 1705	16 muertos	Sismicidad asociada a erupción	Arafo, Güimar
1706	0		Garachico, El Tanque, San Juan del Reparo
1712	0		Población rural
1730 - 1736	1 muerto	Sin identificar causa	22 núcleos de población arrasados
1798	0		Evacuación no necesaria
1824	0		Tao
1909	1 muerto	Accidente durante la visita al volcán	Santiago del Teide, Arguayo y Tamaimo
1949	1 desaparecido, 1 herido, 3 afectados	1 sin identificar, gases y lahares post-eruptivos	Jedey, Las Manchas, Puerto Naos
1971	2 muertos	Intoxicación por gases	Las Indias, Los Canarios, Los Quemados, Las Calcosas
2011 - 2012	1 afectado	Intoxicación por gases	Las Puntas, La Restinga
2021	1 muerto	Intoxicación por gases	Todoque, La Laguna, Las Norias, El Paraíso, Las Manchas, Jedey, Puerto Naos
Total	36 víctimas (25 muertes y 11 lesionados)	Sismos y gases	47 núcleos de población

Tabla 2. Impactos reportados en la documentación conservada de cada uno de los episodios eruptivos históricos de Canarias. Información modificada de Sánchez *et al.* (2019).

Daños más importantes:

1. Destrucción campos de cultivo.
2. Destrucción infraestructuras hidráulicas.
3. Daños en zonas de pasto.
4. Daños cabaña ganadera y actividades pesquera.
5. Incendios masas forestales.
6. Incendios urbanos.

Nº evacuados	Daños más importantes	Intervención autoridades	Modalidad evacuación
	1,5,9	1,2	Auto-evacuación
	1,2,3,4,5,7,9	1,2,3	Auto-evacuación (?)
+80	1,2,3,4,7,9	1,2,3	Auto-evacuación
280	1,7,8,8,10	1,3	Auto-evacuación
2.880	1,2,3,4,7,8,9,10	1,3	Auto-evacuación
8	1,7		Auto-evacuación
2.500	1,2,3,4,7,8,9,10	1,2,3,4	Auto-evacuación y evacuación controlada
	Erupción exclusiva en cumbres, 3 y 5		No necesario
???	7,1	1,2,3,4	Evacuación programada
1.514	1	1,2,3,4	Evacuación programada
1.000	1,2,4,5,7,8,10	1,2,3,4	Evacuación programada
1.500	1	1,2,3,4	Evacuación preventiva
370	4	1,2,3,4	Evacuación preventiva
7.000	1,2,4,6,7,8,9,10	1,2,3,4	Evacuación preventiva
17.132			

7. Destrucción viviendas.

8. Desaparición núcleos urbanos completos.

9. Destrucción infraestructuras: Puertos comerciales, iglesias, ermitas, fuentes termales.

10. Daños en infraestructuras viarias.

Intervención autoridades:

1. Observación y seguimiento actividad.
2. Redacción de informes de autoridades locales a autoridades regionales o estatales.
3. Toma de algunas medidas de prevención, ayudas económicas, seguridad ciudadana, sanitarias.
4. Observación, seguimiento y vigilancia con coordinación de las autoridades locales, regionales y estatales.

En las sociedades antiguas del S. XVI hasta mediados del S. XVIII, altamente sacralizadas, los volcanes eran interpretados como la puerta de entrada al infierno, su fuego, era el fuego eterno que ardía siempre sin consumirse; en sus cavernas interiores habitaba el demonio. Los procesos eruptivos eran resultado de la ira y el castigo enviado por Dios en respuesta a los pecados y la desobediencia de los hombres; la solución, siempre la misma, pedir clemencia celebrando rogativas, procesiones y confesiones. La acción y las medidas adoptadas por las autoridades, no sólo eclesiásticas sino también civiles y militares, se centraba casi de modo exclusivo en la celebración de actividades religiosas y en la redacción de informes para solicitar información o comunicar los fenómenos que se estaban produciendo.



Figura 6. Grabado de la erupción de Arafo en 1705 donde se aprecia la salida de las coladas entre los roques de Cho Marcial y Ayosa y su derrame por el interior de la depresión de Güimar. A la izquierda se observan edificios cayendo como consecuencia de los sismos y en el centro de la imagen a personas huyendo despavoridos y atemorizados (Colección particular C. Romero).

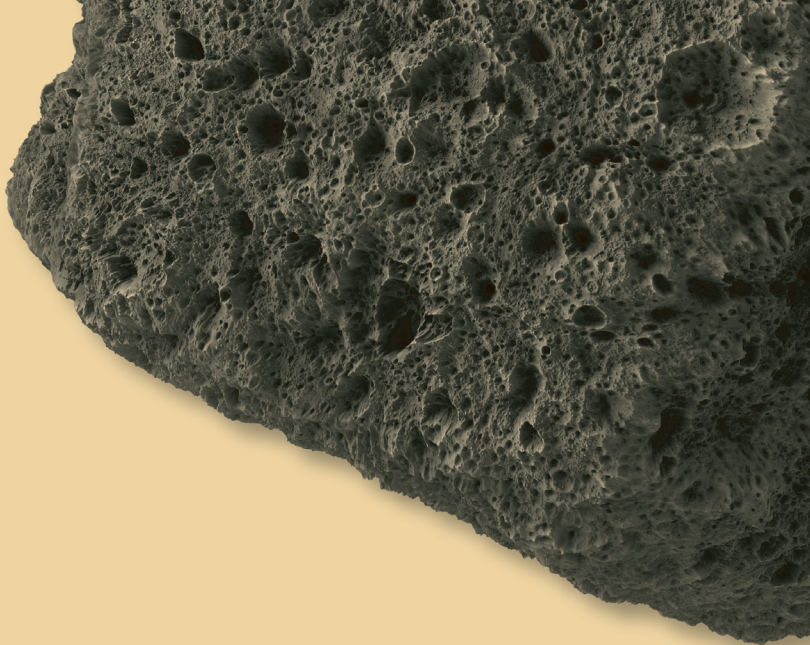
Desde comienzos y hasta mediados del S. XVIII, antes del desarrollo de la Ilustración, se constatan cambios en el modo de percibir y de actuar ante los fenómenos volcánicos que se derivan de la necesidad de hacer frente a los problemas planteados durante las erupciones. Son aún intervenciones poco importantes y que conviven con las ideas sustentadas en la religión de las etapas previas. Los graves daños asociados a las erupciones de comienzos del S. XVIII en la isla de Tenerife (erupciones de Sietefuentes, Fasnía, Arafo de 1704-1705) y el abandono de las ciudades de Güimar y Arafo, obligaron a las autoridades locales a tomar decisiones formando un grupo de seguridad para velar por los bienes de los vecinos. Por primera vez en la historia de Canarias, su actuación no fue meramente pasiva. Apenas un año después, los graves impactos causados por las coladas en la ciudad de Garachico determinaron, de nuevo, la intervención directa de las autoridades. La penetración de las coladas en la ciudad destruyó no sólo su puerto, que era el puerto principal de Canarias en esos momentos, sino también una parte importante de su trama urbana; los incendios provocados por éstas aumentaron los daños y produjeron la huida de sus habitantes. La evacuación estuvo parcialmente sufragada por el propio ayuntamiento y por el Capitán General de Canarias y presidente de su Real Audiencia, Don Agustín de Robles. No hay datos en la documentación acerca de la realización de plegarias, oraciones, confesiones colectivas, procesiones, ni rogativas.

Durante la larga erupción de Timanfaya de 1730/1736, la realidad de la amplitud de las superficies afectadas, las pérdidas económicas vinculadas a la desaparición de los granos que mantenían a una buena parte de la población de Canarias y los problemas planteados ante la emigración de los habitantes de la isla, con la posibilidad del abandono de la isla dejándola a merced de piratas y berberiscos, fueron las causas principales que motivaron la intervención de las autoridades tanto insulares como regionales durante los primeros meses de la erupción. La importante alteración de la vida económica de toda la sociedad canaria dio protagonismo al pragmatismo sobre la religión. Tanto es así, que incluso llegó a nombrarse una comisión encargada expresamente de gestionar la crisis en la isla, promulgándose un Real Decreto por parte de la Real Audiencia de Canarias, con más de una decena de medidas con el fin de aliviar en lo posible a los habitantes y mantener a la población en la isla. Este cambio de las pautas de conducta de las autoridades es manifiesto a fines de siglo durante la crisis sísmica de El Hierro, en 1793, y queda magníficamente reflejado en solo una frase:

“Que estos terremotos no pueden contenerse ni moderarse por causas ni remedios físicos, pero pueden remediarse sus estragos por medios políticos”. La seguridad de la población ya no es sólo cuestión divina, depende directamente de las autoridades civiles y son éstas las encargadas de velar por el bien de sus ciudadanos.

Desde fines del S. XVIII y durante el S. XIX las erupciones empiezan a entenderse como un fenómeno natural que puede desembocar en calamidad pública a la que las autoridades deben atender. El desarrollo del conocimiento científico permite un acercamiento mucho más pragmático a los volcanes. Las erupciones siguientes de 1824, y las producidas a lo largo del S. XX, corresponden ya a fenómenos naturales adversos entendidos en su momento como calamidades públicas, cuya gestión era competencia directa de las autoridades, siendo coordinadas de un modo más o menos eficaz y estructurado por éstas.

A pesar de que las erupciones históricas de Canarias muestran muchos rasgos comunes, cada erupción posee rasgos distintivos que resultan de su particular emplazamiento geográfico y de su peculiar fenomenología volcánica e historia eruptiva, ello determina que cada volcán se caracterice por presentar un paisaje propio e individualizado. La mayor parte de los volcanes y parte de las coladas de todas estas erupciones se encuentran insertos dentro de paisajes naturales protegidos, muchos de ellos preservados por su alto interés vulcanológico y geológico. El volcanismo histórico ha ayudado a diversificar los paisajes canarios, enriqueciéndolos con nuevos relieves, nuevas comunidades vegetales y nuevos sistemas de explotación agrícola, pero también ha dotado a estos ámbitos de contenidos no siempre visibles, pues en ellos están impresas las huellas de quienes los vieron nacer y crecer, de los que sintieron sus efectos y asistieron al espectáculo de la Tierra echando fuego de sus entrañas.



02

La protección del patrimonio geológico

La Figura de los Geoparques globales de la UNESCO y su aportación al Desarrollo Local Sostenible

Cayetano Guillén Martín

Capítulo 5

Los Geoparques Mundiales de la UNESCO son territorios únicos con un patrimonio geológico de relevancia internacional a partir de los cuales se construye una estrategia de desarrollo sostenible, basada en la preservación y puesta en valor de este patrimonio geológico y las culturas asociadas y sus paisajes resultantes. A los Geoparques se vincula de forma natural el concepto de preservación “holística” del territorio, que combina acciones de conservación y desarrollo sostenible que se encuentran basadas en la participación activa de las comunidades locales.

Los Geoparques incorporan su patrimonio geológico al legado natural y cultural del los territorios que engloba. Su objetivo es sensibilizar a la sociedad sobre los principales desafíos de espacios generalmente de una enorme fragilidad y que requiere del uso sostenible de sus recursos. A este reto, propio de espacios de alto valor geológico, se unen otros de perfil más general, pero de igual relevancia, entre los que se encuentran la mitigación de los efectos del cambio climático y la reducción de los riesgos asociados a los desastres naturales. Estos territorios actúan como lugares de referencia para los trabajos en pro de la geoconservación, la educación ambiental y el geoturismo, siendo además contextos inmejorables para facilitar los esfuerzos por hacer llegar los conocimientos que se asocian a las ciencias geológicas y geográficas a la ciudadanía, en general.

El concepto de Geoparque surge en la década de 1990 para ayudar a preservar y poner en valor áreas de especial relevancia en la historia geológica de la Tierra. Los paisajes y formaciones geológicas son testigos cruciales de nuestra larga evolución planetaria.

Inicialmente los geoparques se formaron a partir de espacios naturales con características geológicas destacables. Estos espacios se organizaban de manera autónoma, sin coordinación ni supervisión de ningún otro organismo o institución, y perseguían objetivos diversos, como la conservación del patrimonio, el fomento del geoturismo y la preservación de la geodiversidad. En Europa, en el año 2000, cuatro de estos espacios auto-denominados geoparques tomaron la iniciativa de asociarse para formar la Red Europea de Geoparques (*European Geoparks Network*, en adelante EGN). Estos territorios pioneros fueron el Bosque Petrificado de Lesbos (Grecia), el Parque Cultural del Maestrazgo (España), la Reserva Geológica de la Alta Provenza (Francia) y el Geoparque Vulkaneifel (Alemania). En 2004, con apoyo de la UNESCO, 17 miembros de la Red Europea de Geoparques y ocho Geoparques chinos crearon la *Global Geopark Network* (GGN).

En 2015, la Asamblea General de la UNESCO oficializó la creación de los Geoparques Mundiales de la UNESCO. Posteriormente, en noviembre de ese mismo año y en consonancia con los recién aprobados 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, se alcanzó un hito significativo para los geoparques a nivel mundial. La UNESCO estableció el Programa Internacional de Ciencias Geológicas y Geoparques (PICGG) y oficialmente constituyó la Red Global de Geoparques de la UNESCO (UGGN), integrando en ella a la EGN. Durante la 38ª Asamblea General de la UNESCO en noviembre de 2015, al adoptarse el PICGG, se establecieron directrices definidas para todos los Geoparques Globales de la UNESCO que forman parte de la UGGN. Actualmente, la declaración y reconocimiento de un territorio como Geoparque se realiza a partir de tres principios básicos: la existencia de un patrimonio geológico relevante; la puesta en marcha de iniciativas de geoconservación y divulgación; el impulso del desarrollo socioeconómico y cultural a escala local.

La coordinación internacional de los Geoparques y las acciones que realizan en sus territorios se efectúa a través el Programa Internacional de Geociencias y Geoparques de la UNESCO. El conjunto de los Geoparques Mundiales de la UNESCO cuentan la historia de 4.600 millones de años de la Tierra, reflejando muchos de los más importantes acontecimientos geológicos que han contribuido a su formación y configuración actual.

En la actualidad existen 195 Geoparques Mundiales de la UNESCO, repartidos de forma heterogénea en todos los continentes. España constituye el segundo país del mundo en número de Geoparques, con dieciséis territorios incluidos en la *Global Geopark Network*, dos de ellos en Canarias: los Geoparques Mundiales de la UNESCO de El Hierro y Lanzarote y Archipiélago Chinijo. Ambos Geoparques muestran de forma complementaria la importante geodiversidad asociable a la formación de las islas volcánicas oceánicas.

● **Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo:** El Geoparque integrado por la isla de Lanzarote y los islotes que forman el Archipiélago Chinijo (La Graciosa, Roque del Este, Roque del Oeste o del Infierno, Montaña Clara y Alegranza) constituyen un espacio de más de 2.500 km² que engloban las estructuras insulares emergidas (866km²), pero también una superficie considerable de espacios sumergidos que contribuyen a aumentar significativamente la geodiversidad del conjunto.

La extensión de las formas, procesos y materiales de estas islas bajo el nivel del mar es evidente en las complejas estructuras volcánicas que las conforman. Un ejemplo notable es la plataforma de abrasión que rodea, como una orla, este conjunto de islas e islotes. Esta plataforma genera una planicie sumergida cuya conexión morfológica es inseparable de la geomorfología y los paisajes de la franja litoral de Lanzarote y el archipiélago Chinijo. La existencia de márgenes definidos en la plataforma de abrasión permite establecer límites geológicos y geomorfológicos coherentes para la definición del Geoparque.

La comprensión de la formación y evolución de Lanzarote y las Islas Chinijo puede realizarse a través de sus 82 actuales geositos, distribuidos en ocho marcos geológicos que representan la geología y geodiversidad de una isla volcánica oceánica de clima semiárido. En la actualidad, aproximadamente la mitad de los geositos presentan un interés vulcanológico fundamental (46%). Además, se destaca otro conjunto significativo de geositos, también de origen volcánico, cuyo principal interés radica principalmente en su aspecto geomorfológico (27%). Es importante señalar que una parte sustancial de los geositos de su actual inventario se encuentran relacionados con la erupción volcánica de Timanfaya (1730 -1736 d.C.) y forman parte del Geosito Global “Volcanismo Reciente de Timanfaya (Lanzarote)” del Proyecto Global Geosites, lo que pone de manifiesto la importancia del patrimonio geológico asociado a esta erupción histórica.

● **Geoparque de El Hierro:** La isla de El Hierro destaca por su singularidad y atractivos naturales. Fundamentalmente dependiente de la agricultura y de un turismo incipiente, atrae a visitantes por su belleza natural, estilo de vida tranquilo y arraigo cultural ligado al desarrollo sostenible. Además, cuenta con un patrimonio geológico especial, destacando entre sus hitos geológicos más singulares la erupción submarina del 2011, la única registrada de forma evidente en Canarias en tiempo histórico. Este evento eruptivo dio lugar a la formación del volcán submarino Tagoro, despertando esta erupción el interés social e institucional que impulsaron su declaración como Geoparque por la UNESCO en el año 2014.

La historia geológica de El Hierro abarca al menos 1,2 millones de años, durante los cuales se han sucedido cinco grandes edificios volcánicos sucesivos. La inestabilidad de algunas de estas construcciones volcánicas dio lugar a grandes megadeslizamientos, creando escarpes notables que delimitan los grandes valles de la isla; El Golfo, Las Playas y el Julan. La combinación de estos escarpes da a la isla su característica forma de pirámide de tres aristas.

Un aspecto destacado del Geoparque son los “lajiales”, campos de lavas con formas inusuales, como “lavas cordadas”, que presentan superficies lisas o pliegues profundos moldeados por el movimiento de la lava. La isla ofrece paisajes únicos, con canales de lava y restos de tubos volcánicos accesibles.

En general, los Geoparques Mundiales de la UNESCO presentan paisajes dinámicos, en los que las comunidades locales son factor determinante de sus rasgos, al tiempo que elementos esenciales para su preservación. Por este motivo las acciones de sensibilización de la población ocupan un lugar central en los Geoparques, promoviendo la comprensión de la historia planetaria a través del estudio de rocas, paisajes y procesos geológicos. Además, establecen conexiones significativas entre el patrimonio geológico y los aspectos naturales y culturales, subrayando que la diversidad geológica constituye el fundamento de todos los ecosistemas y la base de la interacción humana con el entorno. En este contexto, los Geoparques Mundiales de la UNESCO desempeñan un papel crucial al avanzar en los objetivos generales de la UNESCO, al fomentar la apreciación de la geología y la ciencia en los ámbitos de la educación, la cultura y la comunicación.

Los Geoparques Mundiales de la UNESCO forman parte esencial del Programa Internacional de Ciencias de la Tierra y Geoparques de la UNESCO (PICGG), y constituyen herramientas básicas para la cooperación internacional entre zonas que poseen un patrimonio geológico de valor internacional. Este Programa, además, promueve la representación equilibrada de las distintas regiones del planeta, fomentando para ello la incorporación de nuevos territorios. Para la incorporación de nuevos miembros a *Global Geopark Network*, se establecen un conjunto de criterios esenciales que se sintetizan de la siguiente manera:



Tabla 1. Conjunto de criterios básicos para la incorporación de nuevos miembros a la Global Geopark Network (GGN).

Territorios únicos de límites claros	Los Geoparques Mundiales de la UNESCO deben ser zonas geográficas únicas y unificadas en las que se gestionan sitios y paisajes de importancia geológica internacional con un concepto integral de protección, educación, investigación y desarrollo sostenible. Un Geoparque Mundial de la UNESCO debe tener una frontera delimitada claramente, ser de tamaño adecuado para cumplir sus funciones y contener un patrimonio geológico de importancia internacional verificado por profesionales científicos.
Conciencia ciudadana para el fomento de la preservación	Los Geoparques Mundiales de la UNESCO deberían utilizar ese patrimonio, en conexión con todos los demás aspectos del patrimonio natural y cultural de esa zona, para promover la conciencia de cuestiones esenciales que se plantean a la sociedad en el contexto del planeta dinámico en el que vivimos. Estos aspectos comprenden el incremento del conocimiento y la comprensión de: los procesos geológicos; los riesgos geológicos; el cambio climático; la necesidad de la explotación sostenible de los recursos naturales de la Tierra; la evolución de la vida y el empoderamiento de los pueblos indígenas.
Existencia de Órgano de Gestión propio	Los Geoparques mundiales de la UNESCO deberían ser zonas con un órgano de gestión que tenga existencia legal reconocida con arreglo a la legislación nacional. Los órganos de gestión deberían poseer los recursos adecuados para ocuparse correctamente de toda la zona del Geoparque mundial de la UNESCO.

Complementariedad y valor añadido con otras figuras de la UNESCO	En caso de que una zona para la que se solicite la designación de Geoparque mundial de la UNESCO se solape con otro sitio designado por la UNESCO, como un sitio del Patrimonio Mundial o una Reserva de Biosfera, la petición debe estar justificada claramente y se habrá de aportar pruebas de cómo la condición de Geoparque mundial de la UNESCO añadirá valor tanto por la designación misma como en sinergia con las demás designaciones.
Participación activa de las comunidades locales	Los Geoparques mundiales de la UNESCO deberían hacer participar activamente a las comunidades locales y a los pueblos indígenas por ser interesados principales en el Geoparque. En asociación con las comunidades locales, se debe redactar y aplicar un plan de cogestión que atienda las necesidades sociales y económicas de las poblaciones locales, proteja el paisaje en que viven y conserve su identidad cultural. Se recomienda que en la gestión de un Geoparque mundial de la UNESCO estén representados todos los actores y autoridades locales y regionales pertinentes. En la planificación y la gestión de la zona se debería incluir, junto con la ciencia, los sistemas locales e indígenas de conocimientos, prácticas y gestión.
Trabajo colaborativo con otros Geoparques	Se alienta a los Geoparques mundiales de la UNESCO a que compartan su experiencia y asesoramiento y a que realicen proyectos conjuntos en el seno de la GGN. Será obligatorio afiliarse a la GGN.
Promover la protección del Patrimonio Geológico	Un Geoparque mundial de la UNESCO debe respetar las leyes locales y nacionales relativas a la protección del patrimonio geológico. Los sitios del patrimonio geológico que determinen la condición de Geoparque mundial de la UNESCO de una zona deben estar protegidos jurídicamente antes de presentar una solicitud de designación. Al mismo tiempo, se debería utilizar un Geoparque Mundial de la UNESCO como herramienta para promover la protección del patrimonio geológico.

5.1. IMPLICACIÓN LOCAL Y TRABAJO COLABORATIVO PARA LA PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

El programa de geoparques de la UNESCO representa un innovador modelo de desarrollo socioeconómico diseñado para áreas predominantemente rurales. Este enfoque integral permite la gestión efectiva de los elementos del patrimonio cultural y natural, destacando especialmente la geodiversidad. El propósito fundamental es mejorar la calidad de vida de los habitantes de estas regiones y asegurar su futuro a través de la promoción y protección del entorno natural.

En este contexto, es crucial comprender que, en un geoparque, la geología no constituye el único objeto ni el objetivo exclusivo. Más bien, sirve como el elemento vehicular para preservar las comunidades culturales que son guardianas de estos lugares, evitando que se pierdan debido a la falta de oportunidades de desarrollo y bienestar. Esta perspectiva establece una conexión evidente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) impulsados por la UNESCO en los Geoparques.

Este compromiso se materializa al cultivar un sentido de orgullo entre los residentes, influenciado por la imagen positiva que proyectan a los visitantes. Además, se refuerza la identificación y relación de la comunidad con el territorio a través de los beneficios que este proporciona. El modelo de gestión del geoparque facilita la participación de las personas

al estimular la creación de empresas locales innovadoras, generar empleos y ofrecer programas de formación de alta calidad. Estos esfuerzos se centran en el geoturismo, protegiendo al mismo tiempo los valiosos recursos geológicos del área.

A diferencia de las figuras locales de protección del medio natural, concebidas principalmente para la conservación del patrimonio natural, los geoparques fueron creados con la idea adicional de impulsar un desarrollo sostenible para las comunidades locales. Así, los geoparques contribuyen a todos los ODS, con un impacto directo más significativo en 8 de ellos, según lo reconocido por la propia UNESCO. Estos objetivos incluyen la erradicación de la pobreza, la promoción de la educación de calidad, la igualdad de género, la creación de trabajo decente y crecimiento económico, el fomento de ciudades y comunidades sostenibles, la promoción de la producción y consumo responsables, la acción por el clima y el establecimiento de alianzas para lograr objetivos comunes.



El patrimonio geológico de las Islas Canarias

Juana Vegas Salamanca,
Nieves Sánchez Jiménez,
Carmen Romero Ruiz,
Esther Martín González,
Gonzalo Lozano Otero,
Inés Galindo Jiménez.

Capítulo 6

6.1. INTRODUCCIÓN

El patrimonio geológico de las Islas Canarias es representativo de su geodiversidad y cobra tal importancia, que muchos afloramientos y elementos forman parte de los diferentes inventarios que han sido realizados desde finales del siglo XX con diversos propósitos. Canarias, comparado con el resto del país, es el dominio geológico donde predominan los Lugares de Interés Geológico (LIG) con un interés principal de tipo volcánico, que reúne una amplia representación de tipos, formas, estructuras, rocas y minerales derivados del volcanismo en un contexto geotectónico de tipo intraplaca, que abarca un periodo temporal desde el periodo Cretácico (hace 145 millones de años) hasta la actualidad. Sin embargo, es mucho más desconocida la presencia de un variado y único registro sedimentario, geomorfológico y paleontológico que completan el abanico de LIG reconocidos hasta la fecha.

El patrimonio geológico de Canarias es un bien común de la humanidad y es parte indivisible de la riqueza natural del planeta. Cuando se destruye este patrimonio es casi siempre de manera irreversible y conlleva la pérdida de una parte de la memoria de la Tierra, dejando a las generaciones futuras sin la posibilidad de conocimiento directo de parte de su evolución y de su historia (Carcavilla *et al.*, 2014). La conservación del patrimonio geológico, como parte indisociable del patrimonio natural, es una responsabilidad y una obligación por parte de las administraciones públicas y de la sociedad.

Durante las últimas décadas se han realizado numerosos estudios sobre el patrimonio geológico de Canarias, tanto desde el punto de vista de su

inventario y puesta en valor, como de su conservación y/o aprovechamiento geoturístico (p.e. Barrera, 2009; Carracedo *et al.*, 2008; Casillas y Torres, 011; Casillas *et al.*, 2023; Castillo *et al.*, 2001; Galindo *et al.*, 2015, 2017, 2019, 2021, 2022; Mateo *et al.*, 2019; Marrero-Rodríguez y Dóniz-Páez, 2022; Martín-González *et al.*, 2019; Romero *et al.*, 2019; Dóniz-Páez *et al.*, 2021; Vegas *et al.*, 1998, 2015, 2019 y las citas incluidas en estos trabajos).

6.2 PATRIMONIO GEOLÓGICO

En nuestro país la definición más universal de patrimonio geológico está incluida en la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad, que se refiere al “Conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida”.

De esta forma, el patrimonio geológico de un territorio está formado por el conjunto de elementos geológicos de interés para la ciencia, para la educación y para el turismo, que se denominan, a su vez como Lugares de Interés Geológico (LIG). Los LIG se definen como “un territorio o elemento geológico que presenta un elevado valor en relación con alguna de las disciplinas de la geología y que ha sido elegido siguiendo la metodología propia del estudio de patrimonio geológico, pudiendo estar en superficie y también en el fondo marino” (Fig. 1). Los LIG incluyen formaciones y estructuras geológicas, formas del relieve, morfologías, depósitos sedimentarios, minerales, rocas, fósiles, suelos, rocas y materiales de impacto extraplanetario, así como otras muchas manifestaciones originadas como resultado de la actuación de los procesos y agentes geológicos. Para referirse a los LIG también se han utilizado términos como ‘puntos de interés geológico’, ‘geotopos’, ‘georrecursos’ o ‘geositios’, aunque lo más recomendable es unificar todos estos términos en el de LIG, que es el que utiliza la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad.

Un caso particular, por las implicaciones que tiene para la gestión y conservación, es el denominado Patrimonio Geológico Mueble, que Díaz-Martínez

et al. (2012) definen como los “elementos geológicos no renovables extraídos de su contexto geológico y con un valor (científico, didáctico, estético) que Los convierte en un bien patrimonial colectivo que debe ser conservado para beneficio de toda la sociedad”. Las colecciones de rocas, minerales y fósiles en museos y universidades en Canarias, junto con las colecciones en manos de particulares, son ejemplos de este tipo particular. Entre ellas, destacan las colecciones del Museo de la Naturaleza y Arqueología (MUNA) (Martín-González y Coello-Bravo, 2019) o la colección de fósiles de Canarias del Profesor Joaquín Meco ubicada en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Figura 1. Ejemplos de algunos de los Lugares de Interés Geológico de Canarias.



1. IC2033. Eolianitas pliocenas de la zona del Roque del Moro, Fuerteventura.



2. IC3041. Zeolitas en basaltos miocenos de Agaete, Gran Canaria.



3. IC4027 (Geosite VC003). Cono y coladas negras prehistóricas del Pico del Teide y sistema fumaroliano activo, Tenerife.



4. IC6017. Complejo lóbulo-hialoclastítico traquítico submarino de la Caldera de Tauburiente, La Palma.



5. IC5019 (Geosite VC008). Domos aguja traquítico-fo-nolítico pl



6. IC1104. Surgencias de la Caleta del Aguardiente, La Graciosa.



7. IC1013. Lavas de la erupción histórica de Timanfaya (1730-36), Lanzarote.



8. IC7002 (Geosite VC010). Valle de deslizamiento pleistoceno de El Golfo, El Hierro.



9. IC3027. Lavas almohadilladas pliocenas de la Formación Detrítica de Las Palmas, Gran Canaria.



10. IC1109. Edificio volcánico hidromagmático cuaternario del Roque del Este.



11. IC1108. Dique de alimentación pleistoceno del anillo de tobas pleistoceno de Montaña Clara. (Fuente: visor del IELIG, <http://info.igme.es/ielig/>) (El código de cada LIG corresponde al IELIG; el código de los Geosites corresponde al inventario realizado en el proyecto Global Geosites, de relevancia internacional; ver García-Cortés, 2008).

El mayor registro de las islas volcánicas, como es el caso de Canarias, está bajo el mar. Los estudios geológicos que se han desarrollado sobre los fondos marinos permiten identificar elementos geológicos con morfologías únicas y de alto valor. Por ello, es necesario su identificación e inclusión en el inventario de LIG de las islas en la categoría de Patrimonio Geológico Submarino, que tiene una metodología propia de valoración (Galindo *et al.*, 2017, 2019; Vegas *et al.*, 2023). Es necesario ampliar las investigaciones en estas zonas, especialmente en las litorales, donde este recurso geológico además es un reclamo y un producto geoturístico por excelencia en el archipiélago.

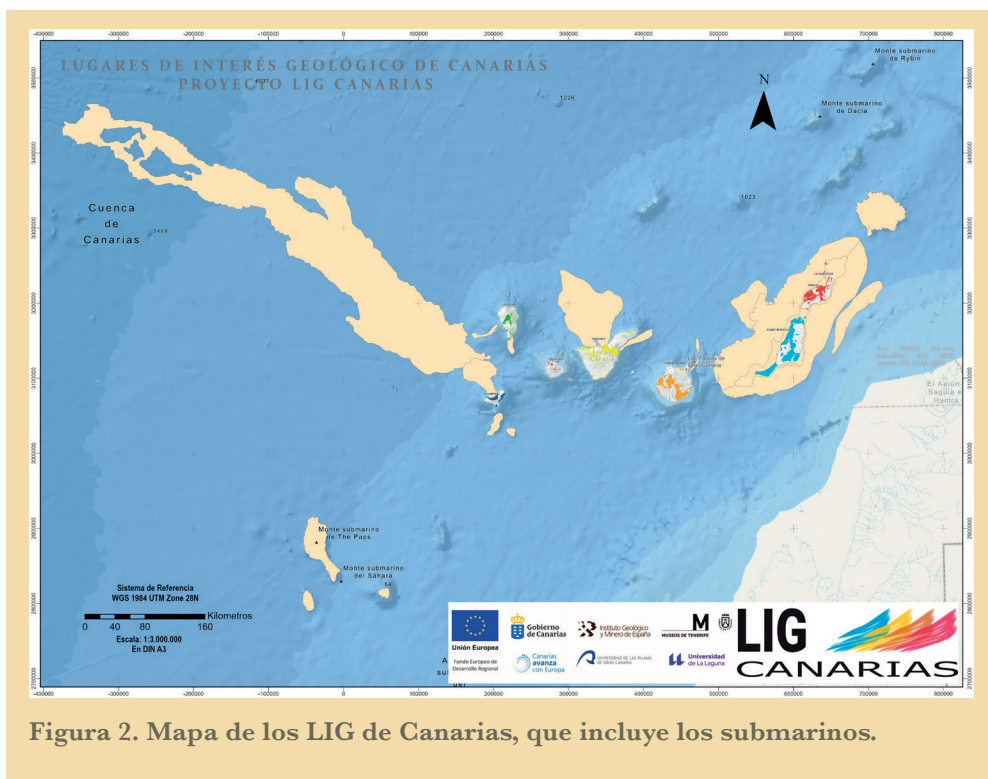


Figura 2. Mapa de los LIG de Canarias, que incluye los submarinos.

6.3. RELEVANCIA DE ESTE PATRIMONIO: UNA CUESTIÓN DE ESCALA Y VALOR CIENTÍFICO

La relevancia de los LIG en Canarias es muy variable, desde su reconocimiento internacional, demostrado por aquellos lugares con el valor científico más alto, hasta el nacional y regional, que se incluyen en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), e incluso inventarios que

reúnen LIG de escala local, como se detalla en los inventarios de los dos Geoparques Mundiales de la UNESCO que hay en el archipiélago: ‘El Hierro’ y ‘Lanzarote y archipiélago Chinijo’.

RELEVANCIA INTERNACIONAL

Canarias cuenta con 10 lugares de relevancia internacional (Barrera, 2009) que fueron seleccionados en el marco del Proyecto “Global Geosites” realizado para España (García-Cortés, 2008). Estos Geosites están incluidos en uno de los 21 contextos geológicos de relevancia internacional para nuestro país, en concreto el denominado “15. Edificios y morfologías volcánicas de las Islas Canarias” (IGME, 2022). Este concepto clave de “contexto geológico”, que se definió para el proyecto internacional Global Geosites, se refiere a cualquier elemento geológico, evento tectónico, metalogenético o de cualquier otra naturaleza, serie estratigráfica, asociación paleobiológica, etc., que tenga un especial significado en el registro geológico mundial. Tanto los 10 Geosites, como el contexto en que se hallan, están recogidos en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) definido en la Ley 42/2007 y su modificación en la Ley 33/2015 por el Real Decreto 556/2011 de 20 de abril. La importancia de este inventario ha servido para justificar el patrimonio geológico de relevancia internacional de los dos Geoparques Mundiales UNESCO, cuando presentaron sus candidaturas en 2013 y 2015.

También está el caso del volcán del Teide, incluido en 2007 en la lista de lugares del Patrimonio Mundial. La UNESCO persigue catalogar, preservar y dar a conocer sitios de excepcional importancia cultural o natural para la herencia común de la humanidad (UNESCO, 2007; Carracedo *et al.*, 2008), por el criterio VIII: valores geológicos-volcanológicos.

En 2022, la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS por sus siglas en inglés), desde su Comisión Internacional de Patrimonio Geológico (International Commission on Geoheritage) puso en marcha el Inventario Mundial, habiendo seleccionado los Primeros 100 Lugares de Interés Geológico de la IUGS (The First 100 IUGS Geological Heritage Sites). En esta primera selección está la Caldera de Taburiente, en la isla de La Palma, por su contribución universal a la Historia de la Geología (Vegas y Hernández-Pacheco, 2022).

RELEVANCIA NACIONAL

La geología de Canarias es bien conocida por los numerosos trabajos científicos realizados en las distintas islas, que se remontan al siglo XVIII. El Proyecto LIGCANARIAS (2018-2021) ha abordado el primer Inventario integral del patrimonio geológico para todo el archipiélago, mediante la adaptación de la metodología del IELIG al dominio geológico de las Islas Canarias (Vegas *et al.*, 2019). Por este motivo, forma parte del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), de acuerdo con la Ley 42/2007 y el RD 556/2011 para el desarrollo del Inventario de Patrimonio natural y de la Biodiversidad. En la metodología para el desarrollo del IELIG, no se contempla abordar los proyectos de inventario siguiendo límites administrativos (Comunidades Autónomas o Provincias), sino geológicos. El inventario tiene además vocación universal, es decir que cubre todas las disciplinas geológicas y es un inventario de reconocimiento avanzado.

A la hora de seleccionar los LIG no se ha considerado solamente el contexto de relevancia internacional nº 15 “Edificios y morfologías volcánicas de las Islas Canarias”, sino que se han definido previamente 13 contextos geológicos regionales (Tabla 1) adaptados a la escala del territorio insular (Galindo *et al.*, 2019; Vegas *et al.*, 2019). Para ello, se han identificado y caracterizado los elementos volcánicos regionales, eventos tectónicos, metalogenéticos, geomorfológicos o de cualquier otra naturaleza, serie estratigráfica, asociación paleobiológica, etc., de especial significado en el dominio geológico de Canarias, que muestran la evolución de estas islas volcánicas oceánicas, incluyendo desde las etapas volcánicas de crecimiento hasta los diversos procesos geológicos que han intervenido e intervienen en su modelado actual.

Tabla 1. Contextos geológicos de relevancia regional para las islas canarias (Vegas *et al.*, 2019).

Nº	Contexto geológico	Características
1	Corteza oceánica	La deformación y fracturación de la corteza oceánica sobre la que se han edificado las islas permite la observación de estas rocas en superficie. Se trata de afloramientos excepcionales de relevancia mundial, en los que se exponen las rocas de la corteza oceánica jurásica y cretácica (sedimentos y rocas volcánicas submarinas basálticas) anteriores al crecimiento de las islas.
2	Edificios volcánicos submarinos tempranos	Representan el crecimiento submarino de las islas sobre la corteza oceánica hasta que emergen sobre el nivel del mar. Esta fase de crecimiento es relativamente rápida y se caracteriza tanto por la emisión de productos volcánicos submarinos, como por la frecuencia de procesos de destrucción parcial del edificio submarino, siendo frecuentes los depósitos de brechas. Incluye rocas plutónicas que representan las cámaras magmáticas que alimentaban a estos edificios volcánicos y complejos sistemas de alimentación de las erupciones submarinas. Los LIG de este contexto son característicos de la secuencia estratigráfica submarina, la petrología y mineralogía, así como de los procesos volcano-tectónicos y metamórficos que han afectado a estas rocas.
3	Edificios volcánicos de los primeros estadios de crecimiento subaéreo insular	En esta etapa de crecimiento insular se emitieron grandes volúmenes de coladas lávicas de composición poco evolucionada. Asociados a las rocas volcánicas subaéreas aparecen rocas intrusivas de diversa composición, que representan las cámaras magmáticas y canales de alimentación de las erupciones. Los LIG de este contexto son representativos de la secuencia estratigráfica, las morfologías de las lavas y piroclastos, su petrología y mineralogía, así como de los plutones y diques asociados con el comienzo de la construcción volcánica subaérea de las islas, que se caracteriza generalmente por la formación de escudos basálticos.
4	Complejos volcánicos centrales	La acumulación de magmas de composición básica en la corteza y su evolución hacia composiciones más diferenciadas resulta en la formación de grandes calderas y estratovolcanes en algunas islas. Las erupciones asociadas a estos edificios, que están relacionadas con la emisión de magmas diferenciados, son muy explosivas llegando a producirse grandes colapsos verticales y laterales. Este contexto se refiere a los depósitos volcánicos, secuencias estratigráficas y grandes estructuras que son representativas de los complejos volcánicos centrales.
5	Campos volcánicos y dorsales	Los episodios de reactivación volcánica, posteriores a las fases de los escudos basálticos, mayoritariamente han dado lugar a la formación de campos volcánicos y dorsales volcánicas. Este volcanismo está dominado por erupciones fisurales alimentadas por diques, que emiten magmas de composición predominantemente máfica. Los estilos eruptivos abarcan desde puramente magmáticos, hasta hidromagmáticos. Este contexto cubre el rango de depósitos, morfologías y estructuras volcano-tectónicas relacionadas con dichas erupciones.

Nº	Contexto geológico	Características
6	Volcanismo histórico y prehistórico	El archipiélago canario está formado por islas volcánicas activas, habiéndose producido varias erupciones en tiempos históricos y prehistóricos. Algunas de ellas tuvieron grandes implicaciones para los pobladores de las islas y causaron modificaciones muy significativas de los paisajes insulares. Gran parte de los depósitos, procesos y morfologías formados durante estas erupciones están bien conservados y permiten observar rasgos geológicos únicos.
7	Depósitos y morfologías eólicas	El viento es un agente erosivo que juega un papel determinante en el modelado del paisaje, especialmente en las islas más orientales, de climatología más árida. En Canarias existen importantes formaciones sedimentarias que tienen un origen eólico, que se intercalan y superponen a los depósitos volcánicos. Estos procesos actúan en las islas desde su emersión, pudiendo encontrarse areniscas de origen eólico cementadas formadas durante las etapas de escudo basáltico, hasta formaciones arenosas activas en la actualidad. Estas arenas son principalmente de procedencia marina, con un gran porcentaje de fragmentos de conchas calcáreas en su composición.
8	Procesos y depósitos aluviales, coluviales y edáficos	La acción de la lluvia, normalmente escasa y de carácter torrencial, combinada con los fuertes contrastes topográficos, los cambios paleoclimáticos, las variadas litologías y la diferencia de edades entre las islas han dejado ejemplos de diversas morfologías fluvio-torrenciales en distintos estadios evolutivos en Canarias. Los depósitos de avenidas torrenciales son importantes tanto al pie de escarpes recientes como en las desembocaduras de grandes barrancos. También son relevantes varios tipos de suelos y las secuencias de relleno de valles endorreicos, especialmente en las islas más orientales.
9	Megadeslizamientos y otros procesos gravitacionales	El crecimiento de las islas oceánicas se produce de una manera rápida, resultando en edificios con laderas de fuertes pendientes. Además, la heterogeneidad de los materiales volcánicos, su grado de compactación y muchos otros factores favorecen la generación de procesos de inestabilidad gravitacional. Este contexto incluye todas las morfologías y depósitos asociados a procesos de inestabilidad de laderas, desde los pequeños desprendimientos típicos de zonas escarpadas, pasando por pequeños deslizamientos rotacionales, hasta los grandes colapsos de flanco insular que son tan característicos de las Islas Canarias.

Nº	Contexto geológico	Características
10	Procesos y depósitos litorales	Las islas volcánicas tienen un amplio perímetro costero cuyos rasgos geológicos están condicionados por la constante interferencia de los procesos erosivos y los procesos constructivos sedimentarios de carácter marino. En este contexto se agrupan tanto los depósitos relacionados con ambientes litorales de baja energía (playas, bermas, deltas lávicos y sedimentarios, etc.) como los de alta energía, que incluyen desde las barras litorales asociadas a tormentas hasta los depósitos formados durante eventos catastróficos como los tsunamis (independientemente de su origen). Por otro lado, en las zonas de costa con erosión dominante se observan acantilados, plataformas de abrasión, cuevas litorales, etc. Las lagunas costeras se incluyen también en este contexto.
11	Elementos geológicos submarinos	Los depósitos y morfologías con valor patrimonial que se formaron bajo el nivel del mar (volcanes submarinos, guyots, depósitos de grandes deslizamientos, cañones submarinos, etc.). Además, se incluyen depósitos, morfologías y estructuras de origen volcánico, sedimentario y erosivo, así como otros elementos geológicos que originalmente se formaron en superficie y que actualmente se encuentran sumergidos en la plataforma, debido al aumento del nivel del mar durante los últimos 20.000 años.
12	Yacimientos paleontológicos	Los yacimientos paleontológicos que están ligados tanto a depósitos sedimentarios acumulados en valles, abanicos detríticos, paleosuelos, paleodunas y depósitos costeros, como a los depósitos volcánicos (flujos piroclásticos y lavas). Como resultado del aislamiento que conlleva la insularidad, la fauna y flora fósil, así como las trazas de su actividad (icnofósiles) son de gran importancia para conocer la historia evolutiva de este archipiélago de la Macaronesia, que muestra pautas únicas representadas en varios endemismos. Existen numerosas localidades tipo y procesos de fosilización excepcionales, característicos de ambientes insulares volcánicos.
13	Procesos hidrogeológicos, hidrotermales y mineralizaciones asociadas	La hidrogeología de islas volcánicas es compleja y casi única debido a la heterogeneidad, composición y, sobre todo, a la estructura de las rocas, depósitos y edificios volcánicos. Se caracteriza por la compartimentación de los acuíferos por las redes de diques y los complejos basales impermeables. Este contexto incluye los acuíferos y las manifestaciones hídricas superficiales más representativas del archipiélago canario, desde manantiales o nacientes hasta surgencias de aguas termales y/o carbónicas singulares por su temperatura y/o composición química.

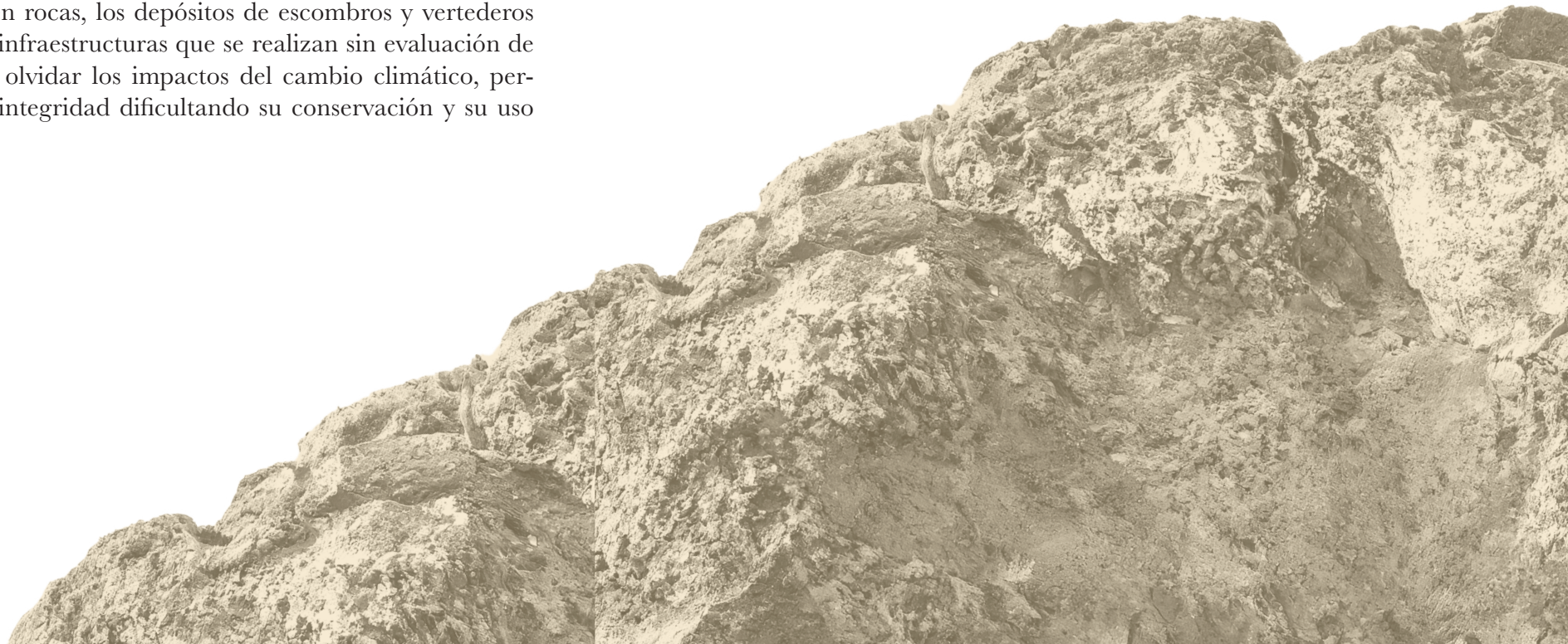
El inventario de Canarias consta en la actualidad de 300 LIG descritos y valorados, con 53 de ellos en Gran Canaria, 47 en Tenerife, 45 en Lanzarote, 39 en Fuerteventura, 29 en La Palma, 23 en La Gomera y 21 en El Hierro. En los islotes del norte de Lanzarote y de Fuerteventura también se localizan algunos: tres en Alegranza, uno en Montaña Clara, uno en el Roque del Este, cuatro en La Graciosa y tres en Lobos. El resto de los LIG son elementos submarinos que no están asociados a una isla determinada. Todos ellos se pueden consultar desde el visor del IELIG en:

<http://info.igme.es/ielig/>.

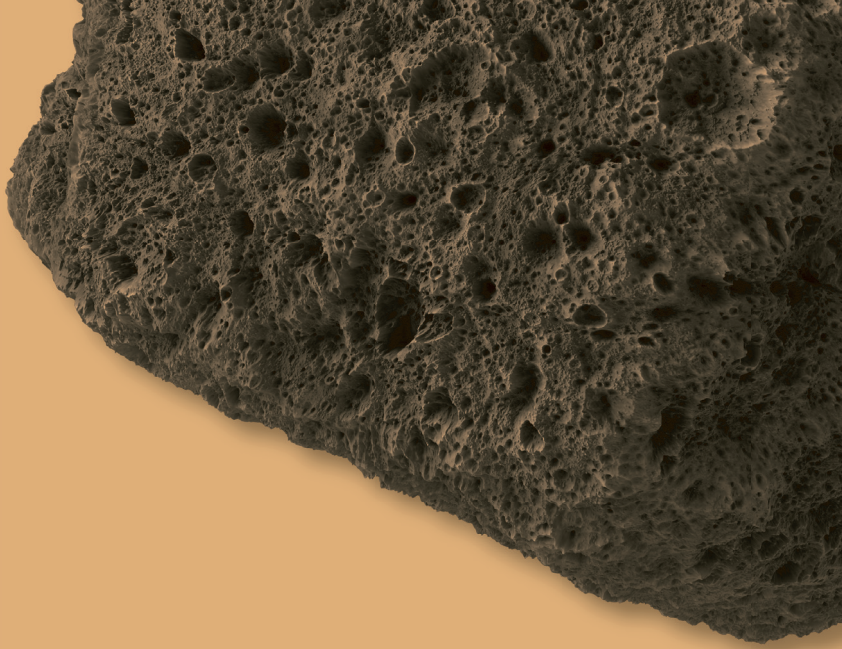
Reconocer, cuidar, conservar y proteger este patrimonio natural de Canarias es una tarea de todos, no sólo de las administraciones públicas. Determinadas agresiones sobre el patrimonio geológico a menudo pasan desapercibidas, bien porque no hay un conocimiento de su valor, porque no hay una legislación específica autonómica que lo respalde o simplemente porque los recursos económicos y humanos disponibles son limitados. Atentados contra este patrimonio en Canarias, como es el expolio de minerales y fósiles, la celebración de eventos deportivos multitudinarios en zonas vulnerables, el turismo masivo, el amontonamiento de rocas, los grafitis y grabados en rocas, los depósitos de escombros y vertederos de residuos, las obras e infraestructuras que se realizan sin evaluación de impacto ambiental, sin olvidar los impactos del cambio climático, perjudican gravemente su integridad dificultando su conservación y su uso público sostenible.

6.4. AGRADECIMIENTOS

Convenio Específico de Colaboración entre el Cabildo Insular de Lanzarote y el IGME para la realización de estudios científico-técnicos sobre el aprovechamiento de los recursos volcánicos de Lanzarote (2014-2016). Proyecto LIGCANARIAS (ProID2017010159), financiado por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias.



03

**Geoparques
de Canarias****El patrimonio geológico como
recurso natural en Canarias**

Gustavo Pestana Pérez

Capítulo 7

La protección de los valores y recursos geológicos ha sido un objetivo importante para el Gobierno de la Comunidad Autónoma de Canarias, siendo conscientes sus gestores y legisladores del origen volcánico y la importancia del sustrato geológico como soporte del desarrollo territorial de las islas.

Este compromiso, empieza a hacerse palpable desde mediados de la década de los años 80 del siglo XX donde, a través de legislación específica, se comienza a regular la protección de algunas de las características innatas de los elementos geomorfológicos insulares, como son la definición de la topografía y la creación de paisaje. Este compromiso ha ido desarrollándose a lo largo de los últimos treinta años a medida que se ha avanzado en el desarrollo de las técnicas y procesos de ordenación y protección del territorio.

Este es el caso de la Ley 3/1985, de 29 de julio, de Medidas Urgentes en Materia de Urbanismo y Protección a la Naturaleza, donde en su exposición de motivos se concluye de forma específica que en Canarias, y en base a la experiencia de las transformaciones territoriales sufridas por las diferentes islas, el aspecto más directamente ligado a las agresiones ambientales es el uso abusivo en áreas que contienen valiosos ecosistemas, sobre recursos escasos como el suelo agrícola, sobre playas, el patrimonio histórico y las áreas paisajistas de alto valor, donde de forma directa se incluían espacios volcánicos y geológicos de impronta territorial.

Ya con la Ley 1/1987, de 13 de marzo, reguladora de los Planes Insulares de Ordenación, en la que se definían los instrumentos responsables de la ordenación del territorio insular, se da un paso más estableciéndose la necesidad de tener la información sobre las características geográficas de la isla que permitiera la delimitación de áreas a proteger por sus propias características, incluyendo dentro de las mismas las paisajísticas y las de conservación de la calidad de vida de las personas. En esta norma ya se diferencia de forma inicial los valores ecológicos de los valores paisajísticos, entendiéndose estos últimos como la combinación de prácticas culturales asociadas a las características del sustrato insular, donde son predominantes los aspectos geológicos y geomorfológicos.

Este esfuerzo legislativo se complementa con Ley 12/1987, de 19 de junio, de declaración de Espacios Naturales de Canarias, reconociendo en su preámbulo que al ser Canarias una región volcánica activa, su territorio presenta una amplia gama de diferentes fenómenos volcánicos, que conforman, conjuntamente con otros elementos y factores naturales, una gran variedad de estructuras de paisajes. Es en esta ley, de conformidad con lo previsto en la Ley Básica del Estado 15/1975, de 2 de mayo, de Espacios Naturales Protegidos donde se declaran 104 espacio naturales protegidos: 70 Parajes Naturales de interés nacional y 34 Parques Naturales.

La normativa avanza, adaptándose a las necesidades de la realidad que pretende regular, y es a partir de la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias, con la constitución de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos (compuesta finalmente por 146 Espacios, que en su conjunto constituyen aproximadamente el 40% de la superficie del Archipiélago), donde se plantea un nuevo modelo de ordenación de los recursos naturales y del territorio siguiendo el espíritu de la Ley Básica 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres; reconociéndose la excepcionalidad del medio natural canario, y dotando de similar importancia a las características biológicas (zoológicas y botánicas) y a las características geológicas y geomorfológicas.

Esta Ley, buscando la gestión ordenada de los recursos naturales, establece dos mecanismos de ordenación. Por un lado, con la concreta delimitación de los espacios naturales ya declarados como protegidos y la reclasificación de estos a través de cinco grandes categorías de protección (Parques, Naturales y Rurales, Reservas Naturales, Monumentos Naturales, Paisajes Protegidos y Sitios de Interés Científico) y la definición de sus instrumentos de planeamiento, así como los objetivos y contenidos de estos. En esta norma se establece un conjunto de fundamentos para la protección de los espacios naturales protegidos entre los que se encuentra «Albergar estructuras geomorfológicas representativas de la geología insular en buen estado de conservación». En los casos de Reservas Naturales y Monumentos, en la definición y descripción de las razones de declaración de los mismos, se presta especial atención a las formaciones geológicas.

El otro instrumento previsto en la Ley 12/1994 para la ordenación de los recursos naturales de Canarias son los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, conocidos como PORN, que contemplan los contenidos de los mismos, los cuales complementan los previstos en la Ley estatal 4/1989, aspecto que será reforzado pocos años después a través del Decreto 6/1997, de 21 de enero, por el que se fijan las directrices formales para la elaboración de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales.

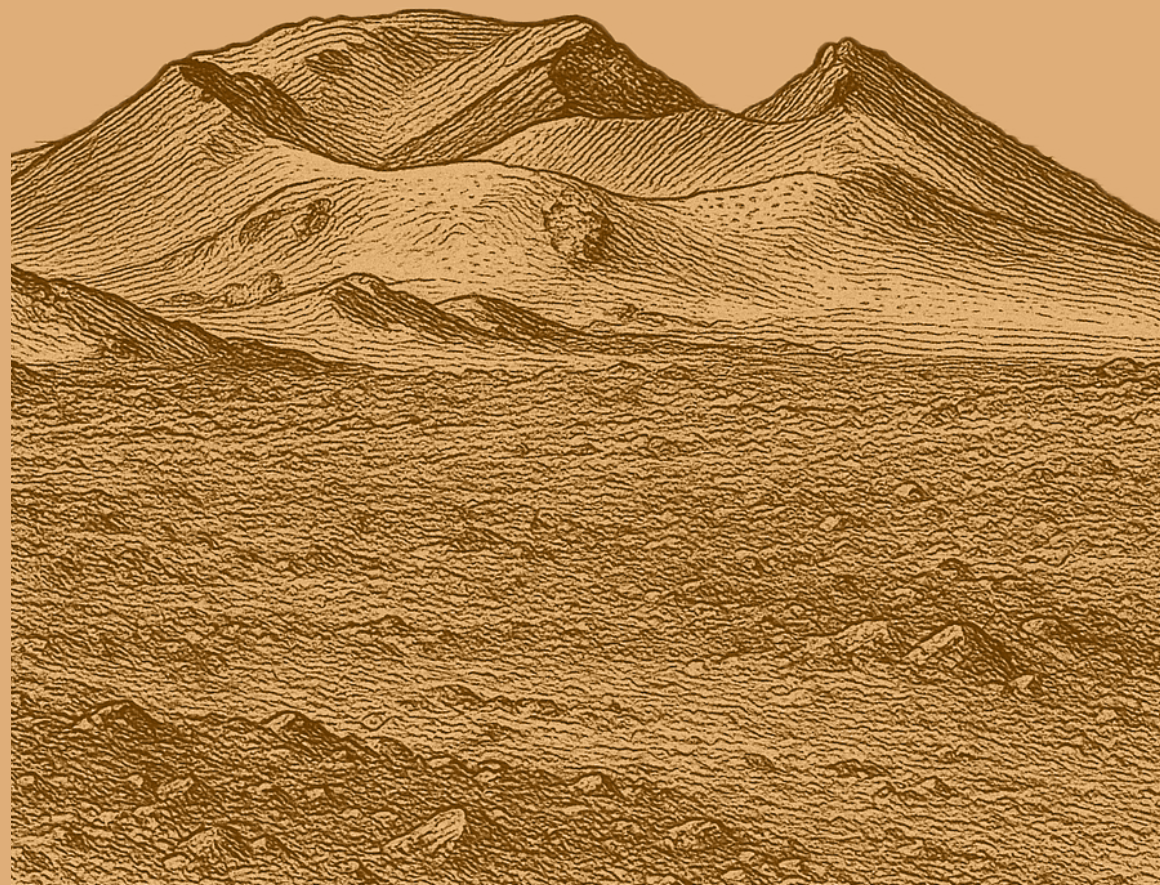
Estos instrumentos serán la base principal para la regulación ambiental y de los recursos naturales que posteriormente realizarán los Planes Insulares de Ordenación.

A finales del siglo XX, se consideró necesaria la búsqueda de un modelo de ordenación integral, con el reconocimiento de la variable medioambiental e impidiendo seguir pensando en el territorio como un simple soporte físico sobre el cual desarrollar una actividad meramente urbanística. Este proceso comienza con la Ley 9/1999, de 13 de mayo, de Ordenación del Territorio de Canarias y se culmina con el Decreto-Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias.

En este proceso legislativo, se avanza hacia la protección del territorio y, en concreto de los elementos geológicos y geomorfológicos de interés, desde la propia clasificación del suelo, a través de la definición de categorías de protección ambiental del suelo rústico, especialmente las de protección natural y protección paisajística. En este último caso, la categorización se establece para la conservación del valor paisajístico, natural o antropizado, y de las características fisiográficas de los terrenos, debiéndose interpretar estas últimas como una visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica. Estas definiciones y su aplicación en el planeamiento urbanístico se han mantenido a lo largo del tiempo hasta la actual Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias.

Ha sido, por tanto, voluntad del legislador y gestor del territorio en Canarias, poner en valor los recursos geológicos y geomorfológicos de forma que su preservación contribuya al desarrollo sostenible de Canarias. Mantener los rasgos geológicos y geomorfológicos permite preservar parte importante de la identidad paisajística y natural de Canarias como territorio volcánico activo.

Y es en esta línea por la que se apuesta por un apoyo constante a la actividad de geoconservación, divulgación, promoción turística y potenciación de la sostenibilidad a escala local, teniendo como eje central el patrimonio geológico, del Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo y el Geoparque de El Hierro.



Geoparque Lanzarote y Archipiélago Chinijo

Elena Mateo Mederos y
María Isabel Betancort Delgado

Capítulo 8

8.1. INTRODUCCIÓN

El reconocimiento como Geoparque Mundial de la UNESCO, le fue concedido a Lanzarote desde el año 2015. La conocida como “Isla de los Volcanes”, vio reconocida su importancia geológica a nivel internacional.

La superficie del Geoparque es de casi 2.500 km², formados por una considerable superficie de espacios sumergidos que contribuyen a aumentar la geodiversidad asociada al mismo y los 887 km² de tierras emergidas que incluyen la isla de Lanzarote y el Archipiélago Chinijo.

El Archipiélago Chinijo («pequeño», en alusión a su condición de mini archipiélago) se encuentra al norte de Lanzarote y es un conjunto de islas formado por La Graciosa, (separada por el estrecho del Río de escasa profundidad y la única habitada), Montaña Clara, el Roque del Infierno o del Oeste, Alegranza y el Roque del Este. Este archipiélago constituye además la reserva marina más grande de la Unión Europea con 700 km².

La profundidad máxima de la plataforma submarina que une Lanzarote y el Archipiélago Chinijo no alcanza los 100 m, mientras que las Peñas del Chache con 671 m es el punto más elevado en Lanzarote y La Caldera de Alegranza, con sus 295 m de altitud, la máxima cota en el Archipiélago Chinijo.

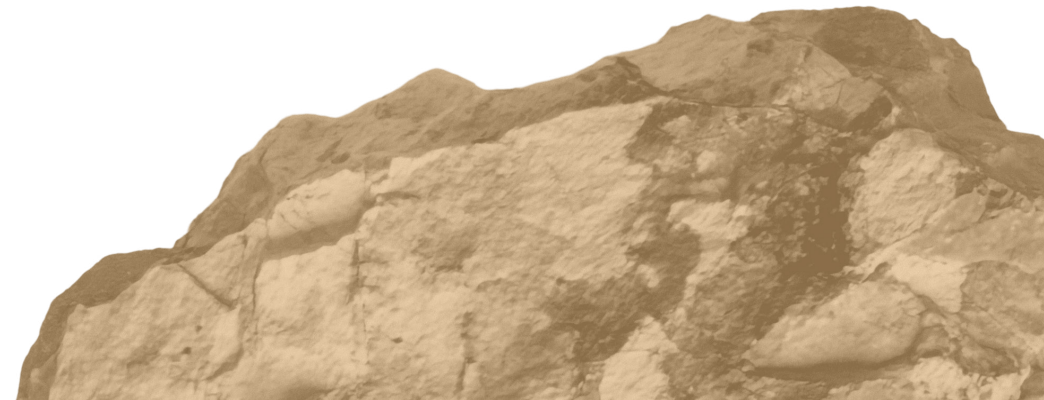
Lanzarote y el Archipiélago Chinijo es un Geoparque de islas volcánicas oceánicas en las que, además de tener un patrimonio geológico de relevancia internacional, con gran valor y buena conservación, es posible observar la interacción, a lo largo de más de 15 Ma, entre los procesos volcánicos, los erosivos y sedimentarios, tanto en ambiente continental como marino. Todo ello, unido a que es un destino turístico internacional dotado de infraestructuras excelentes, que han sido aprovechadas para

poner en valor y divulgar la geología, ha sido fundamental para que la isla y los islotes se conviertan en el undécimo Geoparque español.

En el caso de Lanzarote, ya se trabajaba en poner en valor el patrimonio geológico, décadas antes de que se crease la figura de los Geoparques. El trabajo y la visión de futuro de su creador César Manrique, marcó la línea a seguir con las intervenciones que, a la postre, crearon los Centros de Arte, Cultura y Turismo de La Cueva de Los Verdes (1964), Jameos del Agua (1966-1987), Montañas del Fuego (1968-1970), Mirador del Río y Monumento al Campesino (1973), y Jardín de Cactus (1990).

El Geoparque Mundial de la UNESCO de Lanzarote y Archipiélago Chinijo, es un Geoparque atípico con respecto al resto de Geoparques españoles, pero también europeos, ya que normalmente, entre los objetivos que se persiguen con la designación de Geoparque, es utilizar los recursos geológicos de interés internacional que tienen los diferentes territorios para impulsar la puesta en valor de dichos territorios, su geoconservación y el desarrollo sostenible de los mismos, incrementando la llegada de turismo asociado a estos valores, a zonas degradadas o en procesos de pérdida de población en zonas rurales y/o aisladas.

Lanzarote y Archipiélago Chinijo, con una cifra superior a los tres millones de turistas al año, no tiene entre sus objetivos conseguir atraer a más turistas, con los efectos perjudiciales que el exceso de visitas puede tener sobre los lugares de interés geológico, muchas veces muy frágiles. De este modo, dicha figura de reconocimiento internacional nos va a servir de ayuda para incentivar un incremento del turismo científico, cultural y gastronómico de alto valor añadido.



8.2. ¿CUÁL ES LA FILOSOFÍA DEL GEOPARQUE DE LANZAROTE DE ARCHIPIÉLAGO CHINIJO?

La filosofía del Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo, es seguir en esa línea de sostenibilidad, geoconservación y puesta en valor de los usos tradicionales lanzaroteños que inició César Manrique en los años 60 del siglo pasado.

Junto a la figura de la Reserva de la Biosfera (el otro reconocimiento que la UNESCO ha otorgado a Lanzarote desde 1993), tenemos las herramientas necesarias para definir el modelo de isla con el que queremos dotarnos para el futuro, trabajando de forma conjunta para la conservación de nuestra riqueza geológica, pero también nuestra flora, nuestra fauna, nuestras tradiciones, cultura y paisaje únicos que conforman dicho modelo, a través de un sistema que nos permita un verdadero desarrollo sostenible.

Nuestra principal motivación es favorecer la conformación de un entramado social en la isla de Lanzarote que incentive el desarrollo sostenible de la isla, sustentado en los pilares que conforman la filosofía de los Geoparques de la UNESCO: Ciencia, Geoconservación, Geoturismo, Gestión, Desarrollo Sostenible, Educación, Visibilidad, Difusión y Trabajo en la red española, europea y mundial de Geoparques.

8.3. LOS RETOS DE FUTURO DEL GEOPARQUE

Entre los principales retos para el futuro del Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo, están las de seguir apostando por la incentivación de los estudios científicos que se desarrollan en nuestro territorio, como los convenios con la Agencia Espacial Europea (ESA, en sus siglas en inglés) para el desarrollo del Proyecto Pangea, diseñado para dotar a los astronautas europeos de los conocimientos prácticos sobre la geología del planeta, imprescindibles en las próximas misiones de exploración en otros planetas; o los convenios con el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), además de varias colaboraciones con diferentes entidades, universidades y fundaciones.

Esta línea de trabajo ha hecho que Lanzarote se coloque como uno de los territorios punteros a nivel mundial en los estudios asociados a análogos planetarios, siendo un laboratorio ideal para trabajar con los prototipos que se van a utilizar en las futuras misiones espaciales a la Luna o Marte.

Otro gran reto que tenemos por delante es fortalecer el trabajo que se hace a nivel de productores locales, para conseguir establecer una marca propia del Geoparque y de esta forma atraer a dichos productores a ser copartícipes de la gestión del mismo, así como incentivar las actividades tradicionales de todo tipo, poniendo en valor a los artesanos, así como la producción primaria que ha conformado nuestros paisajes y nuestra cultura.

Por último, el mayor reto debe ser conseguir en la isla de Lanzarote un modelo armonizado de gestión turística, económica y social que anteponga dicho desarrollo sostenible frente al modelo turístico depredador territorial que ya han sufrido en las islas capitalinas, aprendiendo de sus errores y aciertos.



8. 4. LOS LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL GEOPARQUE (LIG)

1. Debrís avalanche y blast del colapso sin-eruptivo del volcán de Mazo (1730-36)
2. Complejo volcánico del Macizo del Fuego (1730-36)
3. Duna rampante pliocena del Barranco de las Pilas
4. Acuífero detrítico litoral cuaternario de El Rubicón
5. Fuente de Gusa en la acuitardo plioceno de Famara
6. Acantilado activo y paleoacantilado plio-cuaternario de Famara
7. Lagoon de Janubio
8. Salinas históricas de El Río
9. Depósitos marinos cuaternarios de La Santa
10. Paleosuelo fosilífero cuaternario de la Fuente de Gayo
11. Fósiles de las eolianitas pleistocenas de Timbaiba
12. Yacimientos paleontológicos mio-pliocenos de Órzola
13. Secuencia volcano-estratigráfica cuaternaria de Arrecife
14. Tubo volcánico pleistoceno del volcán de La Corona
15. Barra litoral de la Laja del Cochino
16. Lavas de la erupción histórica de Timanfaya (1730-36)
17. Registro sedimentario cuaternario del Valle de San José
18. Canal de lava y bloques erráticos de la erupción de 1824 del Chinero
19. Depósitos eólicos y edáficos cuaternarios de El Jable
20. Bloques erráticos de las lavas pleistocenas del volcán de La Corona
21. Pílancones litorales de Los Placeres
22. Homitos del Echadero de Los Camellos (1730-36)
23. Deslizamiento rotacional histórico de Fenauso
24. Islote paleolitoral pleistoceno de la Montaña Halcones
25. Lago de lava y bloques del volcán de Montaña Colorada (1730-36)
26. Cráter anidado del volcán de Montaña Rajada (1730-36)
27. Graben pleistoceno del valle de Femés
28. Plataforma marina pliocena de Papagayo
29. Calas y playas encajadas de Papagayo
30. Alineación volcánica de Calderas Quemadas (1730-36)
31. Valle pleistoceno con perfil en "U" de Temisa
32. Valle estructural cuaternario de Tenegüime
33. Islotes pleistocenos de Montaña Blanca y La Caldereta
34. Dunas enterradas pleistocenas de los Lomos de San Andrés y Camacho
35. Manifestaciones geotérmicas del Islote de Hilario (1730-36)
36. Tubo volcánico de la Cueva de Los Naturalistas (1730-36)

Interés:

- Hidrogeológico
- Petrológico
- Paleontológico
- Estratigráfico
- Sedimentológico
- Geomorfológico
- Tectónico
- Volcanológico

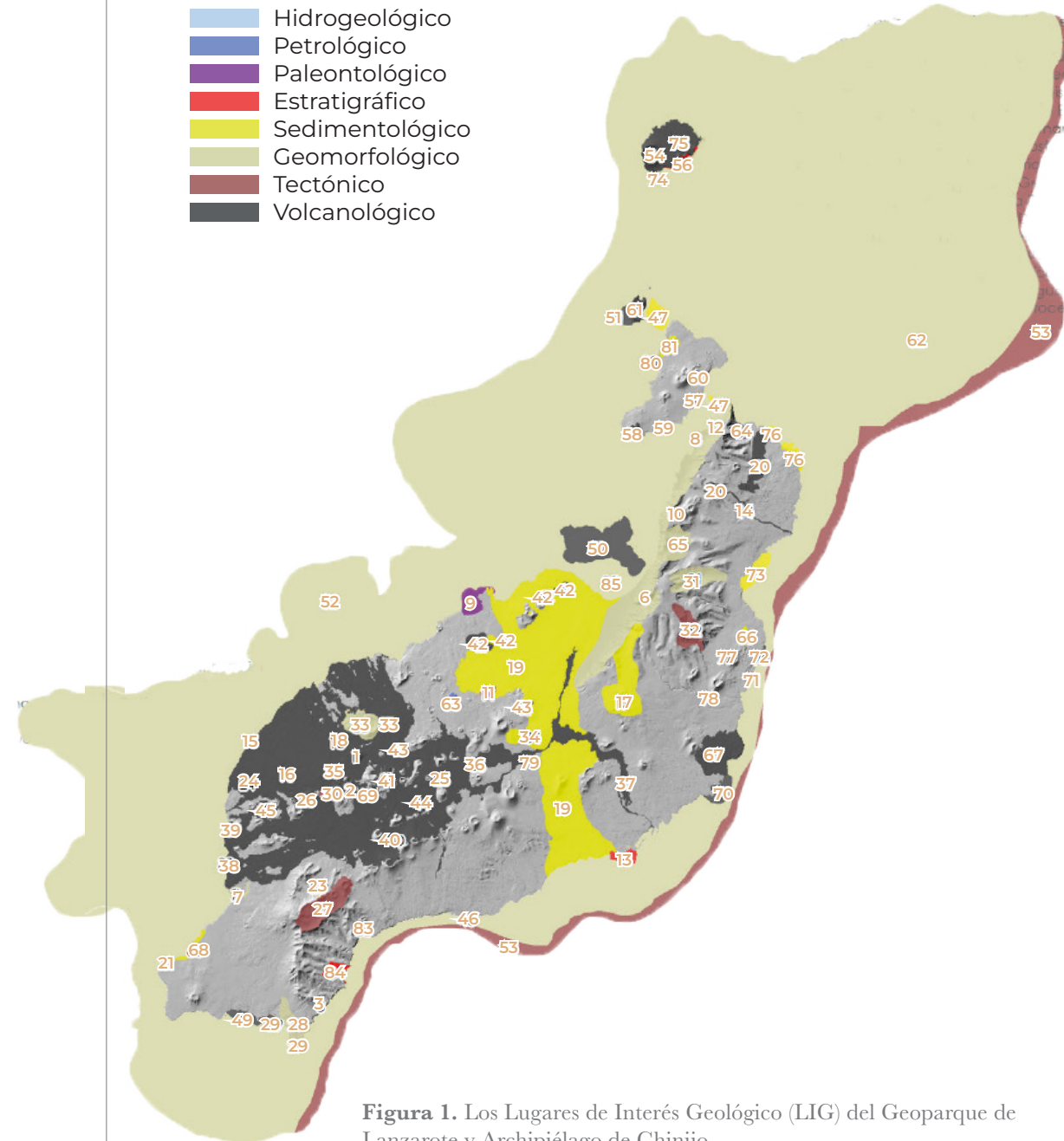


Figura 1. Los Lugares de Interés Geológico (LIG) del Geoparque de Lanzarote y Archipiélago de Chinijo.

37. Burbujas en lavas de Timanfaya (1730-36) en la Fundación César Manrique
38. Cuevas y bufaderos de Los Hervideros
39. Edificio hidromagmático pleistoceno y laguna de El Golfo
40. Campo de piroclastos de La Geria (1730-36)
41. Complejo volcánico y canal de lava de Pico Partido (1730-36)
42. Conos hidromagmáticos pleistocenos de El Cuchillo-Mosta-Montaña Cavera
43. Simas y depósitos de la erupción de 1824 de Tao y Tiguatán
44. Bloque errático y cono de la Caldera de Los Cuervos (1730-36)
45. Volcán y sima cuaternarios de Pedro Perico
46. Morfologías erosivas en lavas pleistocenas del Veril de Puerto del Carmen
47. Barras de arena cuaternarias de El Río y Río de Montaña Clara
48. Túnel erosivo submarino cuaternario del Roque del Este
49. Diques mio-pliocenos de la costa de El Rubicón
50. Volcán sumergido cuaternario de Las Bajas
51. Diques pleistocenos de Las Gerardias
52. Talud submarino oeste de la Dorsal Canaria (Lanzarote-Fuerteventura)
53. Talud submarino este de la Dorsal Canaria (Lanzarote-Fuerteventura)
54. Edificio hidromagmático pleistoceno de La Caldera de Alegranza
55. Cueva litoral del Jameo de Alegranza
56. Secuencia volcanoestratigráfica pleistocena del Trocadero - El Veril
57. Surgencias de la Caleta del Aguardiente
58. Edificio hidromagmático pleistoceno de Montaña Amarilla
59. Lagoon de la Bahía del Salado
60. Sedimentos y formas erosivas cuaternarios del Barranco de Los Conejos

61. Dique de alimentación del anillo de tobas pleistoceno de Montaña Clara
62. Edificio volcánico hidromagmático cuaternario del Roque del Este
63. Costra de caliche cuaternaria del cono volcán de Montaña Tinache
64. Cono volcánico enterrado mioceno de Orzola
65. Valles colgados pleistocenos de Famara
66. Dunas eólicas organógenas pleistocenas del Jable del Medio
67. Pseudocráteres pleistocenos de Los Ancones
68. Tsunamita pleistocena de Piedra Alta
69. Volcán histórico del Corazoncillo
70. Delta lávico pleistoceno de Costa Teguise
71. Cueva litoral holocena del Jameo de Guatiza
72. Delta lávico holoceno de Charco del Palo
73. Fondos arenosos de los sebadales de Arrieta y Punta Mujeres
74. Morfologías erosivas fluviales sumergidas de Puerto Viejo
75. Lavas aa pleistocenas del Malpals del Norte
76. Arenas blogénicas cuaternarias del Caletón Blanco
77. Diques de alimentación holocenos del Jardín de Cactus
78. Depósitos piroclásticos pleistocenos del volcán de Tinamala
79. Secuencia volcanoestratigráfica histórica del Monumento al Campesino
80. Morfologías costeras cuaternarias de Los Resbalajes
81. Sistema playa-dunas holoceno de Las Conchas-Montaña Bermeja
82. Hornito histórico del Manto de la Virgen
83. Yacimiento paleontológico del Barranco del Valle
84. Discordancias intraformacionales miocenas de Ajaches
85. Plataforma marina insular de la Dorsal Canaria (Lanzarote-Fuerteventura)

La isla de Lanzarote, es la más septentrional y oriental de Canarias, siendo sus coordenadas aproximadas son 29° 02' 21" N y 13° 38' 15" O. Tiene forma de óvalo con apéndices en los extremos: Famara al norte y Los Ajaches al sur, distanciados por unos 55 km y apenas 21 km separan el extremo más oriental del más occidental. La longitud de costa es de 247,49 km. Está a una distancia aproximada de 140 km de la costa noroccidental africana y a unos 1.000 km de la Península Ibérica.

La originalidad de la isla de Lanzarote es que se trata de una isla con más de 15 millones de años de evolución, con la formación del macizo de los Ajaches como la parte más antigua de la isla. Posteriormente, con una edad aproximada de 6 Ma, tiene lugar la formación del macizo de Famara (dando lugar a dos islas separadas por un estrecho), para posteriormente (hace entre 1 y 2 millones de años), mediante erupciones en la zona entre esos dos macizos, terminar por unirse en una sola isla.

Finalmente, y por lo que se reconoce a Lanzarote a nivel internacional, es porque la isla sufrió la erupción de Timanfaya (1730-1736), cubriendo más de un tercio de la “antigua isla” y creando un paisaje único que modificó no sólo la fisionomía de la isla, sino su sistema socioeconómico y cultural.

El Geoparque de Lanzarote y el Archipiélago Chinijo cuenta con 85 LIG, de los que 12 son submarinos. La isla de Lanzarote alberga el 72% de los LIG terrestres (61 LIG), mientras que en el Archipiélago Chinijo se encuentran 12, siendo La Graciosa la que más presenta con 6 LIG.

Por el tipo de interés del LIG los que destacan son los de carácter volcánico, con 36 localizaciones, seguidos de los geomorfológicos (22 LIG). En tercer lugar, encontramos los de interés por sus características sedimentarias (11 LIG). También encontramos LIG por cuestiones estratigráficas (3), hidrogeológicas (3), paleontológicas (5), petrológicas (1) y tectónicas (4).

Se debe destacar que de todos los LIG inventariados, 17 tienen interés internacional y 46 tiene interés nacional. El resto son de interés en la Comunidad Autónoma de Canarias.



Tabla I. Recopilación de los LIG inventariados del Geoparque de Lanzarote y el Archipiélago Chinijo, destacando su interés o tipo, localización por islas y categoría.

Denominación	Interés	Isla	Categoría
Secuencia volcanoestratigráfica pleistocena del Trocadero - El Veril	Estratigráfico	Alegranza	Nacional
Discordancias intraformacionales miocenas de Ajaches	Estratigráfico	Lanzarote	Regional
Secuencia volcano-estratigráfica cuaternaria de Arrecife	Estratigráfico	Lanzarote	Nacional
Cueva litoral del Jameo de Alegranza	Estratigráfico	Alegranza	Nacional
Lagoon de la Bahía del Salado	Geomorfológico	La Graciosa	Nacional
Sedimentos y formas erosivas cuaternarios del Barranco de Los Conejos	Geomorfológico	La Graciosa	Nacional
Morfologías costeras cuaternarias de Los Resbalajes	Geomorfológico	La Graciosa	Regional
Valles colgados pleistocenos de Famara	Geomorfológico	Lanzarote	Regional
Cueva litoral holocena del Jameo de Guatiza	Geomorfológico	Lanzarote	Regional
Hornito histórico del Manto de la Virgen	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional
Lagoon de Janubio	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional
Salinas históricas de El Río	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional
Acantilado activo y paleoacantilado plio-cuaternario de Famara	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional
Plataforma marina pliocena de Papagayo	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional
Valle pleistoceno con perfil en "U" de Temisa	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional
Calas y playas encajadas de Papagayo	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional

Denominación	Interés	Isla	Categoría
Deslizamiento rotacional histórico de Fenauso	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional
Pilancónes litorales de Los Placeres	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional
Islotes pleistocenos de Montaña Blanca y La Caldereta	Geomorfológico	Lanzarote	Nacional
Cuevas y bufaderos de Los Hervideros	Geomorfológico	Lanzarote	Internacional
Plataforma marina insular de la Dorsal Canaria (Lanzarote-Fuerteventura)	Geomorfológico	Submarino	Nacional
Túnel erosivo submarino cuaternario del Roque del Este	Geomorfológico	Submarino	Nacional
Morfologías erosivas en lavas pleistocenas del Veril de Puerto del Carmen	Geomorfológico	Submarino	Nacional
Talud submarino oeste de la Dorsal Canaria (Lanzarote-Fuerteventura)	Geomorfológico	Submarino	Nacional
Morfologías erosivas fluviales sumergidas de Puerto Viejo	Geomorfológico	Submarino	Regional
Surgencias de la Caleta del Aguardiente	Hidrogeológico	La Graciosa	Nacional
Acuífero detrítico litoral cuaternario de El Rubicón	Hidrogeológico	Lanzarote	Nacional
Fuente de Gusa en el acuitardo plioceno de Famara	Hidrogeológico	Lanzarote	Nacional
Yacimiento paleontológico del Barranco del Valle	Paleontológico	Lanzarote	Regional
Depósitos marinos cuaternarios de La Santa	Paleontológico	Lanzarote	Nacional
Paleosuelo fosilífero cuaternario de la Fuente de Gayo	Paleontológico	Lanzarote	Nacional
Costra de caliche cuaternaria del cono volcán de Montaña Tinache	Petrológico	Lanzarote	Regional
Sistema playa-dunas holoceno de Las Conchas-Montaña Bermeja	Sedimentológico	La Graciosa	Regional
Tsunamita pleistocena de Piedra Alta	Sedimentológico	Lanzarote	Regional
Dunas eólicas organógenas pleistocenas del Jable del Medio	Sedimentológico	Lanzarote	Regional

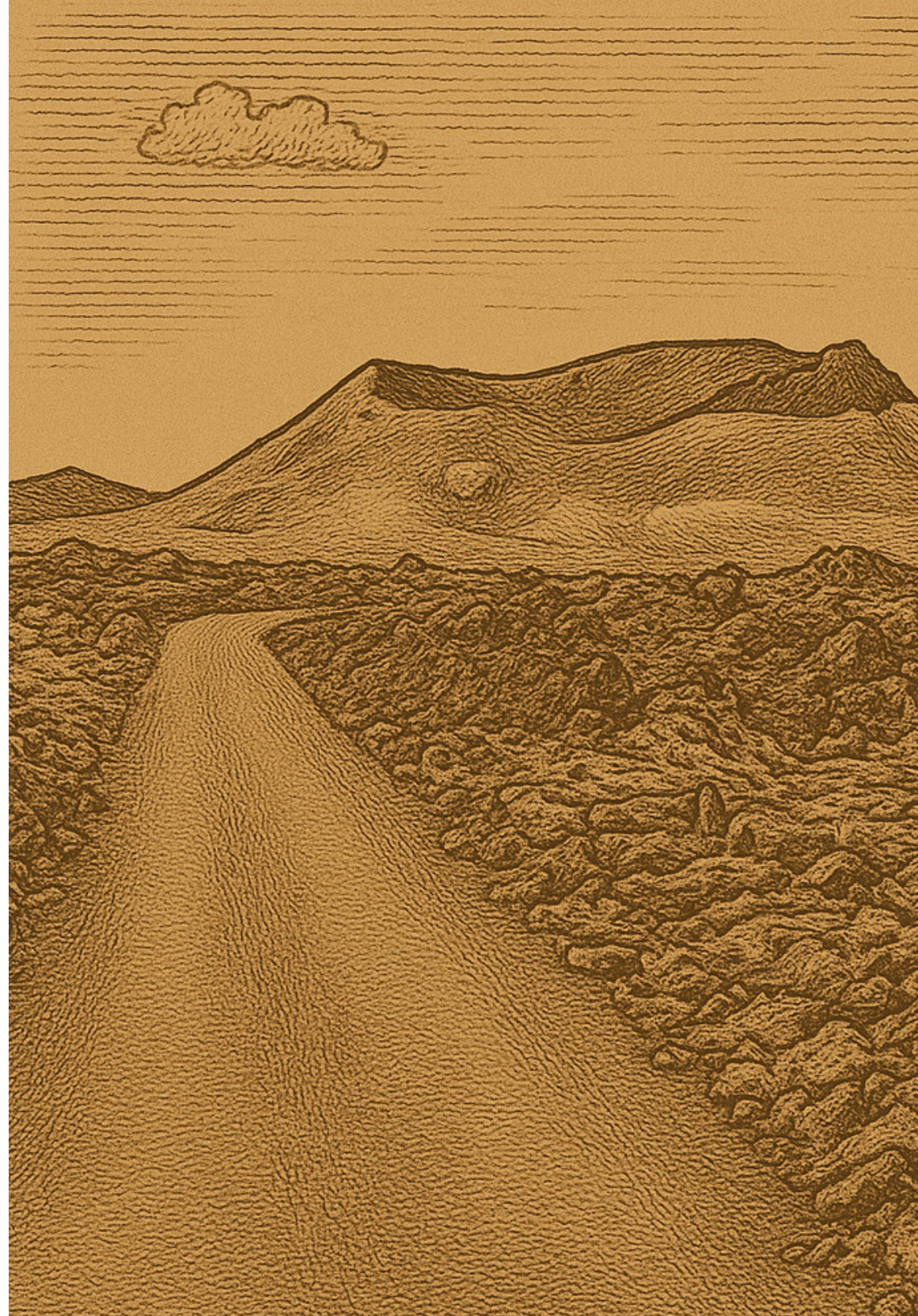
Denominación	Interés	Isla	Categoría
Yacimientos paleontológicos mio-pliocenos de Órzola	Paleontológico	Lanzarote	Nacional
Barra litoral de la Laja del Cochino	Sedimentológico	Lanzarote	Internacional
Duna rampante pliocena del Barranco de Las Pilas	Sedimentológico	Lanzarote	Nacional
Depósitos eólicos y edáficos cuaternarios de El Jable	Sedimentológico	Lanzarote	Nacional
Registro sedimentario cuaternario del Valle de San José	Sedimentológico	Lanzarote	Nacional
Dunas enterradas pleistocenas de los Lomos de San Andrés y Camacho	Sedimentológico	Lanzarote	Nacional
Arenas biogénicas cuaternarias del Caletón Blanco	Sedimentológico	Lanzarote	Regional
Barras de arena cuaternarias de El Río y Ría de Montaña Clara	Sedimentológico	Submarino	Nacional
Fondos arenosos de los sebadales de Arrieta y Punta Mujeres	Sedimentológico	Submarino	Regional
Graben pleistoceno del valle de Femés	Tectónico	Lanzarote	Nacional
Valle estructural cuaternario de Tenegüime	Tectónico	Lanzarote	Nacional
Alineación volcánica de Calderas Quemadas (1730-36)	Tectónico	Lanzarote	Internacional
Talud submarino este de la Dorsal Canaria (Lanzarote-Fuerteventura)	Tectónico	Submarino	Nacional
Edificio hidromagmático pleistoceno de La Caldera de Alegranza	Volcanológico	Alegranza	Nacional
Lavas aa pleistocenas del Malpaís del Norte	Volcanológico	Alegranza	Regional
Edificio hidromagmático pleistoceno de Montaña Amarilla	Volcanológico	La Graciosa	Nacional
Pseudocráteres pleistocenos de Los Ancones	Volcanológico	Lanzarote	Regional
Delta lávico holoceno de Charco del Palo	Volcanológico	Lanzarote	Regional
Volcán histórico del Corazoncillo	Volcanológico	Lanzarote	Regional

Denominación	Interés	Isla	Categoría
Debris avalanche y blast del colapso sin-eruptivo del volcán de Mazo (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Lavas de la erupción histórica de Timanfaya (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Tubo volcánico pleistoceno del volcán de La Corona	Volcanológico	Lanzarote	Nacional
Complejo volcánico del Macizo del Fuego (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Lago de lava y bloques del volcán de Montaña Colorada (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Cráter anidado del volcán de Montaña Rajada (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Bloques erráticos de las lavas pleistocenas del volcán de La Corona	Volcanológico	Lanzarote	Nacional
Canal de lava y bloques erráticos de la erupción de 1824 del Clérigo	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Islote paleolitoral pleistoceno de la Montaña Halcones	Volcanológico	Lanzarote	Nacional
Hornitos del Echadero de Los Camellos (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Simas y depósitos de la erupción de 1824 de Tao y Tinguatón	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Bloques erráticos y cono de la Caldera de Los Cuervos (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Complejo volcánico y canal de lava de Pico Partido (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Conos hidromagmáticos pleistocenos de El Cuchillo-Mosta-Montaña Cavera	Volcanológico	Lanzarote	Nacional
Volcán y sima cuaternarios de Pedro Perico	Volcanológico	Lanzarote	Nacional
Manifestaciones geotérmicas del Islote de Hilario (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Tubo volcánico de la Cueva de Los Naturalistas (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Edificio hidromagmático pleistoceno y laguna de El Golfo	Volcanológico	Lanzarote	Nacional
Campo de piroclastos de La Geria (1730-36)	Volcanológico	Lanzarote	Internacional

Denominación	Interés	Isla	Categoría
Burbujas en lavas de Timanfaya (1730-36) en la Fundación César Manrique	Volcanológico	Lanzarote	Internacional
Cono volcánico enterrado mioceno de Órzola	Volcanológico	Lanzarote	Regional
Secuencia volcanoestratigráfica histórica del Monumento al Campesino	Volcanológico	Lanzarote	Regional
Diques de alimentación holocenos del Jardín de Cactus	Volcanológico	Lanzarote	Regional
Depósitos piroclásticos pleistocenos del volcán de Tinamala	Volcanológico	Lanzarote	Regional
Dique de alimentación del anillo de tobas pleistoceno de Montaña Clara	Volcanológico	Montaña Clara	Nacional
Edificio volcánico hidromagmático cuaternario del Roque del Este	Volcanológico	Roque del Este	Nacional
Delta lávico pleistoceno de Costa Teguise	Volcanológico	Submarino	Regional
Diques pleistocenos de Las Gerardías	Volcanológico	Submarino	Nacional
Diques mio-pliocenos de la costa de El Rubicón	Volcanológico	Submarino	Nacional
Volcán sumergido cuaternario de Las Bajas	Volcanológico	Submarino	Nacional

De esta gran lista se deben destacar los siguientes LIG:

1. Tubo volcánico pleistoceno de La Corona-Atlántida.
2. Corredor de arenas eólicas cuaternario de El Jable.
3. Kipuka histórico de La Caldereta.
4. Manifestaciones geotérmicas históricas del islote de Hilario.
5. Lavas históricas de Timanfaya.
6. Caldera de Los Cuervos: primer volcán de la erupción histórica de Timanfaya.
7. Alineación volcánica histórica de Calderas Quemadas.
8. Edificio hidromagmático pleistoceno de El Golfo.
9. Campo de cenizas volcánicas históricas de La Geria.
10. Procesos de erosión litoral en las lavas históricas de Los Hervideros.



Denominación del lugar:
Tubo volcánico pleistoceno de La Corona-Atlántida

Descripción

El tubo volcánico de La Corona-Atlántida se formó durante la erupción del volcán de La Corona hace 25 ka BP. Alcanza más de 7,6 km de longitud, de los cuáles 1,6 km están sumergidos bajo el mar en la actualidad. Está formado por un complejo de pasillos y galerías superpuestas con bóvedas de hasta 20x20 m y pequeñas lagunas interiores. En superficie, el tubo se identifica por la sucesión encadenada de jameos (desplomes de la bóveda del tubo volcánico). Los tres elementos geológicos del tubo que tienen más valor y representatividad dentro del conjunto son: la Cueva de Los Verdes, de la que destacan la estructuras morfológicas observables en el interior del tubo y las mineralizaciones; los Jameos del Agua, que alberga en sus instalaciones el museo geológico "Casa de los volcanes" que incluye una exposición con información volcanológica general y geológica de Lanzarote, a través de elementos expositivos muy innovadores y el Tubo de La Atlántida, que incluye los últimos 1,6 km de este gran tubo, que están hoy en día por debajo del nivel del mar y es la prueba más directa del cambio global del nivel del mar durante la última glaciación (entre 23 a 19 ka BP). Destacar la existencia de un laboratorio de geociencias de investigación internacional con equipos a lo largo del tubo, que se encargan de monitorizar las deformaciones de la corteza terrestre, nivel del mar, actividad sísmica, etc.

Este LIG es de interés principal de tipo volcanológico y secundario de tipo geomorfológico, climático, mineralógico y sedimentario. Se trata de uno de los LIG más espectaculares del inventario de Lanzarote y Archipiélago Chinijo, tanto por su significado geológico como por la biodiversidad única que vive dentro del tubo volcánico. Otra singularidad son las infraestructuras turísticas de Los Jameos y Cueva de los Verdes, diseñadas por César Manrique, que las hacen únicas a nivel mundial. El tubo forma parte del Monumento Natural del Malpaís de La Corona e incluye el Sitio de Interés Científico de Jameos del Agua.

Localización

Provincia: Las Palmas

Municipio: Haría

Paraje(s): Cueva de los Verdes, Jameos del Agua, tubo de la Atlántida

Coordenadas
(UTM, WGS84)

X: 650256,88)

Y: 3227707,16

Huso: 28R

**Itinerario
de acceso**

El acceso, tanto a Los Jameos del Agua, como a la Cueva de Los Verdes está indicado en la señalética de las carreteras de la isla y forman parte de la red de Centros de Arte, Cultura y Turismo del Cabildo de Lanzarote. Desde Arrecife se accede por la carretera que lleva a Tahiche, debiendo coger la desviación hacia Guatiza-Orzola (LZ-1) hasta que se observe la señalización de Jameos del Agua (a la derecha) y de Cueva de Los Verdes (a la izquierda).

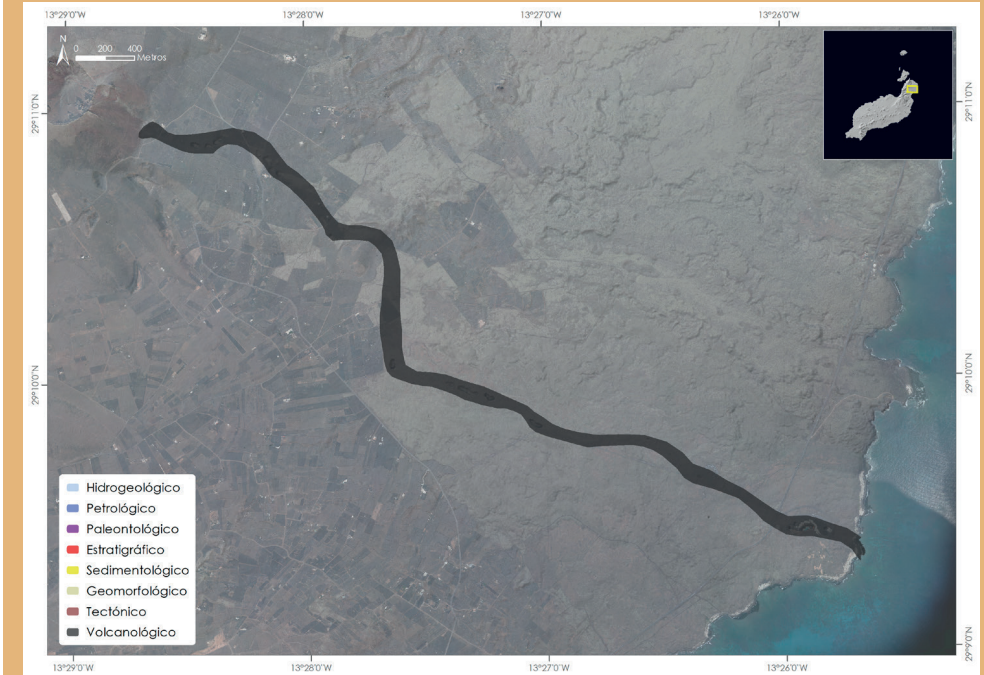


Figura 1. Interior de la cueva de Los Verdes en la sección donde está el laboratorio de investigación. Se observa el suelo original, las cornisas y las abundantes eflorescencias de minerales en las paredes del tubo.

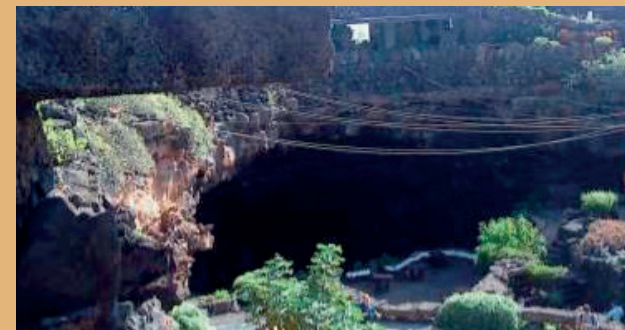


Figura 2. Uno de los accesos a los Jameos del Agua.

Denominación del lugar:
Depósitos eólicos y edáficos cuaternarios de El Jable

Descripción

El Jable es un corredor de arenas eólicas (manto eólico) activas de origen orgánico que atraviesa la isla aproximadamente de N a S desde la zona de Caleta de Famara hasta Playa Honda-Arrecife. De la secuencia sedimentaria de El Jable se deduce la alternancia de climas áridos y húmedos durante el Cuaternario y el final del Plioceno. En la costa se identifican depósitos marinos con un fósil de extrema rareza, *Harpa rosea*, indicativo del último periodo interglaciario Pleistoceno. En algunos afloramientos es posible observar varios episodios eólicos, indicadores de clima árido, alternantes con niveles de clima húmedo, lo que hace que tenga un elevado interés para los estudios paleoclimáticos, siendo un registro único en Canarias. Se trata de un sistema muy activo en la actualidad, con intensas tormentas esporádicas que históricamente han causado problemas en pueblos, carreteras y cultivos. La dinámica de las arenas ha sido condicionada antrópicamente (deforestación, infraestructuras viarias y edificaciones).

LIG con un interés principal de tipo sedimentológico y secundario de tipo geomorfológico, paleontológico, paleoclimático y edafológico. Especialmente representativo de la dinámica eólica en las islas orientales. En sus arenas se define una localidad tipo. Este es uno de los LIG de mayor extensión superficial del inventario de Lanzarote. En su extremo norte está protegido por el Parque Natural del Archipiélago Chinijo.

Localización

Provincia: Las Palmas		Municipio: Teguise, Arrecife, San Bartolomé, Tinajo y Tías	
Paraje(s): El Jable			
Coordenadas (UTM, WGS84)	X: 636437,38	Y: 3214319,35	Huso: 28R

Itinerario de acceso

Existen numerosos puntos de observación a lo largo de El Jable tanto desde el escarpe del acantilado de Famara, como desde las numerosas carreteras y pistas que lo atraviesan (LZ - 30, entre Teguise y Mozaga; LZ-401, entre Tiagua y La Caleta de Famara; LZ-402, entre La Caleta de Famara y Teguise). Desde el Castillo de Santa Bárbara (Teguise) se puede observar el corredor de arenas casi en toda su extensión.

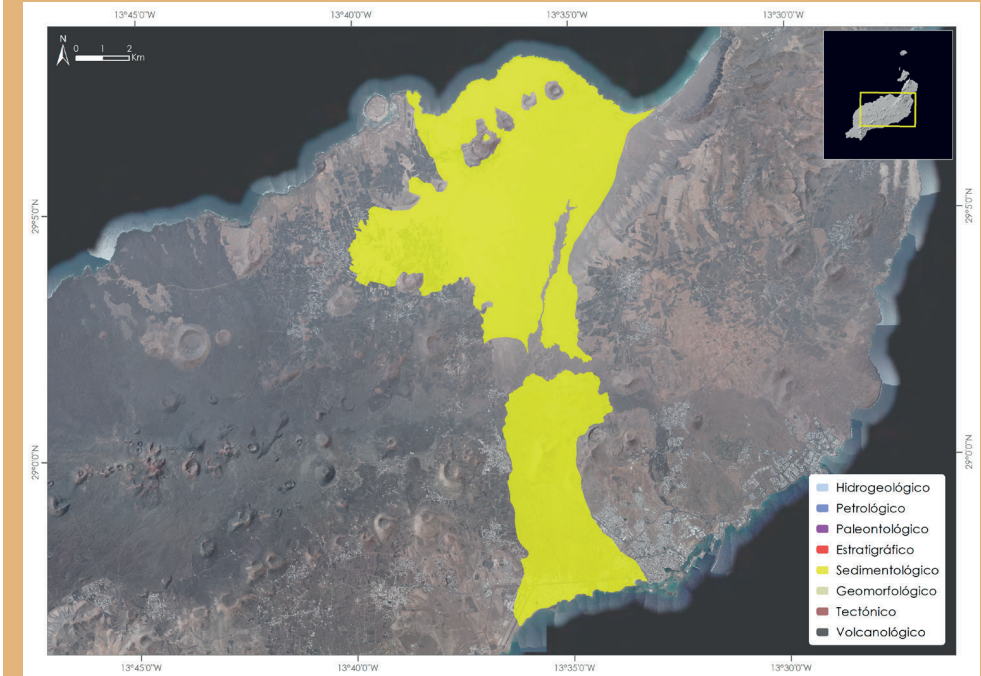


Figura 1. Vista general del pasillo de arenas de El Jable en el sector norte de la isla de Lanzarote.

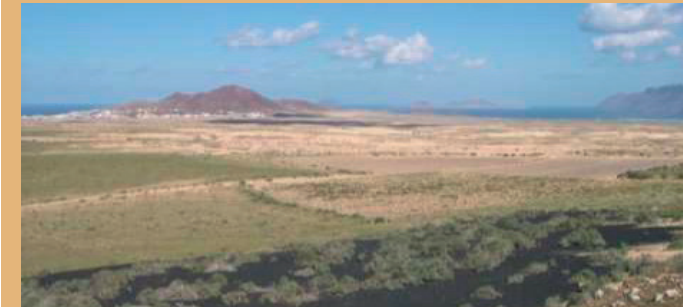


Figura 2. En primer plano las arenas eólicas en el borde norte de El Jable, en Caleta de Famara. Desde este punto avanzan hacia el sur de la isla.

Denominación del lugar:
Islotes pleistocenos de Caldera Blanca y La Caldereta

Descripción

La amplitud de las coladas emplazadas durante la erupción ocurrida entre 1730 y 1736 dio lugar a una extensión de lavas de gran continuidad espacial; sólo localmente, la existencia de elevaciones montañosas previas, principalmente conos volcánicos, supuso un obstáculo al derrame de las lavas, obligando a rodear estos obstáculos y generando espacios sin cubrir por los flujos lávicos que son denominados localmente como "islotes" o como kipukas en la terminología anglosajona. Este LIG es representativo de los kipukas y está formado por los conos volcánicos de Caldera Blanca y La Caldereta, formados en el Pleistoceno inferior. Los fondos de los cráteres están localizados debajo de la altura de la base de los flancos existentes. Las tonalidades ocres de sus laderas, a causa de la transformación de sus materiales en suelos, le hacen destacar notablemente en el paisaje al estar rodeado por las coladas de color negro intenso del mar de lava de Timanfaya.

LIG con interés principal de tipo geomorfológico e interés secundario de tipo volcanológico. Excelente grado de conservación y condiciones de observación. Elevado valor paisajístico, especialmente por el contraste cromático del cono con las lavas que le rodean. Alto potencial divulgativo y didáctico. Está localizado dentro del Parque Natural de los Volcanes.

Localización

Provincia: Las Palmas

Municipio: Tinajo

Paraje(s): La Caldereta

Coordenadas
(UTM, WGS84)

X: 624875,38

Y: 3213288,92

Huso: 28R

**Itinerario
de acceso**

Se puede acceder a estos edificios volcánicos a través de un sendero que tiene su punto inicial a partir de la carretera LZ67 que va desde Tinajo hacia Yaiza. El sendero arranca en el cruce de esta carretera con la que viene del pequeño pueblecito de Mancha Blanca. Una vez en la cima, se puede disfrutar de vistas maravillosas de las lavas históricas de Timanfaya y de su enorme magnitud.

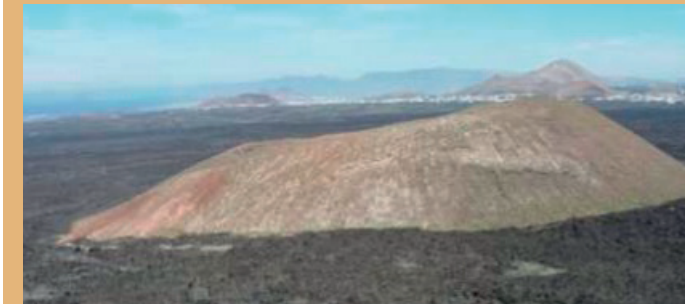
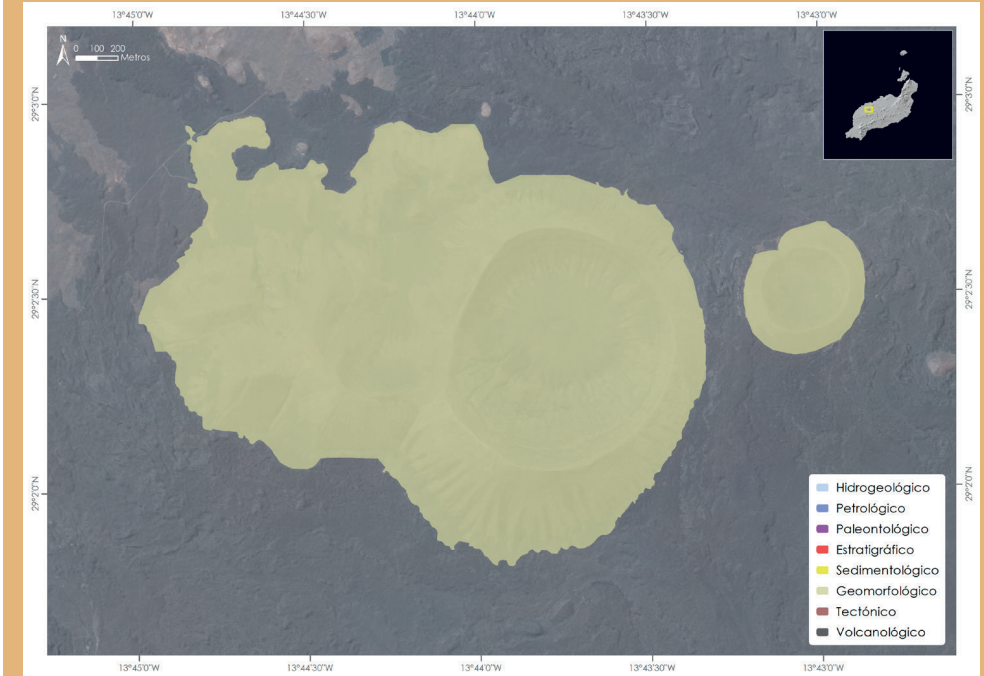


Figura 1. El islote de La Caldereta, que es un cono volcánico del Pleistoceno, fue rodeado completamente por las lavas de la erupción histórica de Timanfaya (1730 - 1736).



Figura 2. Vista del cráter de La Caldereta.



Denominación del lugar:
Manifestaciones geotérmicas del Islote Hilario (1730 - 36)

Descripción

El Islote de Hilario constituye uno de los islotes o kipukas de mayor originalidad de Canarias y se diferencia de otros islotes por estar cubierto por los prioclastos de la erupción de Timanfaya de 1730-36. Sin embargo, la principal característica de este LIG es la presencia de anomalías térmicas, siendo en esta zona donde se registran las más altas de toda Canarias. En la actualidad, en superficie se alcanzan temperaturas de unos 250°C pudiendo alcanzar más de 600°C a 13 m de profundidad. La pervivencia de esta anomalía térmica ha propiciado tanto un uso tradicional como su explotación turística basada en la realización de actividades como comprobar la temperatura de los materiales en superficie, la generación de geiseres artificiales mediante la introducción de agua fría en sondeos, la introducción de plantas en una cavidad artificial para observar su combustión, la instalación de hornos para restauración, etc. En la cima del Islote de Hilario hay un restaurante desde el que se puede obtener una impresionante panorámica del Parque Nacional de Timanfaya.

Este LIG tiene un interés principal de tipo volcanológico (geotérmico) y secundario de tipo geomorfológico. El Islote de Hilario es uno de los elementos principales en torno al cual se realiza la visita al Parque Nacional de Timanfaya.

Localización

Provincia: Las Palmas

Municipio: Tinajo

Paraje(s): Islote de Hilario (Parque Nacional de Timanfaya)

Coordenadas
(UTM, WGS84)

X: 621427,91

Y: 3209273,91

Huso: 28R

**Itinerario
de acceso**

La única manera de acceder al Islote de Hilario es utilizando la carretera del interior del Parque Nacional de Timanfaya a la que se accede a partir del Taro del centro de la red de Centros de Arte, Cultura y Turismo, denominado "Montañas del Fuego" ubicado en la carretera que va de Yaiza a Tinajo.

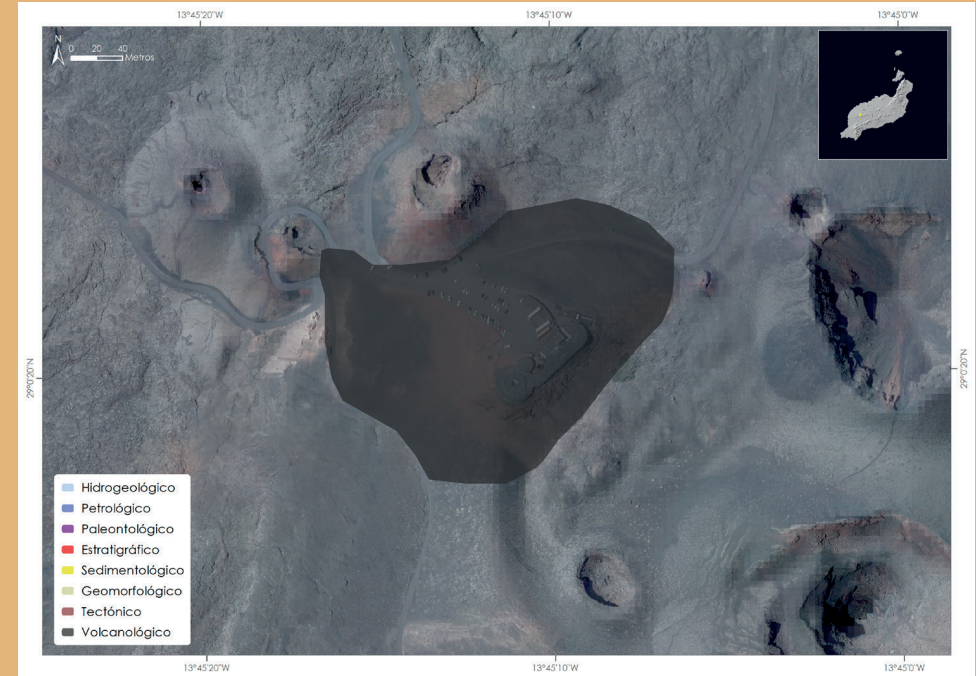


Figura 1. En el Islote de Hilario, demostración de las elevadas temperaturas que se alcanzan a poca profundidad mediante la generación de geiseres artificiales.



Figura 2. Vista del cráter de La Caldereta.

Denominación del lugar:
Lavas de la erupción histórica de Timanfaya (1730 - 36)

Descripción

La erupción de Timanfaya de 1730-36 dio lugar a uno de los campos de lava históricos de mayor área y mayor continuidad superficial del mundo. Durante la misma, las coladas cubrieron un sector de unos 176 km², formando apilamientos de lavas de gran potencia. Parte de las coladas se emplazaron hacia el oeste de la isla hasta alcanzar el mar formando amplias rampas lávicas con todos los tipos de morfologías superficiales característicos de las lavas basálticas pahoehoe (en losas, cordadas, digitadas, abombadas, en tripas) y aa (típicas, con bloques y de transición entre ambas). También son frecuentes las estructuras como los túmulos y megatúmulos, los canales de lava, los tubos y microtubos, los puentes, hornitos y jameos, etc. Hacia el interior de la isla, las lavas ocuparon los antiguos valles y vegas existentes entre las alineaciones volcánicas pleistocenas colmatándolos y haciendo desaparecer extensas áreas dedicadas al cultivo de cereales, además de distintas construcciones pertenecientes a distintas poblaciones.

Este LIG tiene un interés principal de tipo volcanológico, además de interés secundario de tipo geomorfológico y petrológico. La erupción de estas lavas tuvo grandes implicaciones sociales en la isla. El paisaje que generan las lavas y las distintas morfologías les confieren gran espectacularidad. Gran parte de este LIG están incluido en el Parque Nacional de Timanfaya y Parque Natural de los Volcanes, pero también tiene parte en el paisaje protegido de La Geria y en el Monumento Natural de La Cueva de Los Naturalistas

Localización

Provincia: Las Palmas

Municipio: Yaiza, Tinajo, Tías, San Bartolomé, Arrecife y Tegüise

Paraje(s): Timanfaya

Coordenadas (UTM, WGS84)

X: 622769,55

Y: 3209661,87

Huso: 28R

Itinerario de acceso

Dada la amplitud de las superficies del mar de lava de la erupción de Timanfaya, todas las carreteras que transcurren por el área centro-occidental de la isla permiten tener una visión excelente del mar de lava. Para acceder a algunas zonas es necesario solicitar permiso al Parque Nacional y/o al Cabildo.



Figura 1. Panorámica del mar de lava de Timanfaya.



Figura 2. Estructuras cordadas en las lavas de Timanfaya.



Denominación del lugar:
Bloque errático y cono de la Caldera de Los Cuervos (1730-36)

Descripción

Este espectacular cono de piroclastos de la Caldera de Los Cuervos es el edificio generado el 1º de septiembre de 1730 que dio lugar al inicio de la erupción de Timanfaya. Esta erupción se prolongó durante más de seis años por lo que gran parte del edificio volcánico de la Caldera de Los Cuervos ha quedado sepultada bajo las lavas emitidas durante los seis años posteriores de erupción. De hecho, el cráter de este volcán queda muy por debajo de la altura del suelo en el exterior. Este LIG constituye la cima de un edificio de piroclastos soldados (spatter) con un amplio y único cráter donde se alojó una charca de lava; el desalojo repentino de la lava del interior del cráter dio lugar a la formación de un espectacular bloque errático que se ubica sobre las coladas a unos 200 m del portillo de apertura del cono. Se encuentran abundantes xenolitos.

Su interés principal es de tipo volcanológico, pero además tiene interés geomorfológico y petrológico. Es el centro de emisión representativo del comienzo y el fin de la erupción histórica más grande de Canarias. Existe un sendero autoguiado a lo largo del cual se explican diversos aspectos de la volcanología de la zona. Se encuentra en el Parque Natural de los Volcanes.

Localización

Provincia: Las Palmas

Municipio: Tinajo

Paraje(s): Caldera de los Cuervos

Coordenadas
(UTM, WGS84)

X: 628188,53

Y: 3208831,46

Huso: 28R

**Itinerario
de acceso**

Salir de Arrecife hacia Mozaga por la LZ-20 y en la rotonda del Monumento al Campesino tomar la LZ-30, pasar Masdache y tomar el desvío hacia Tinajo en la LZ-56. A algo más de 1 km del cruce hay un apartadero y está el sendero hacia la Caldera de los Cuervos. Este cono se encuentra localizado en el Parque Natural de los Volcanes por lo que es necesario solicitar permiso al Cabildo en caso de que se quiera salir de los senderos habilitados para su visita.

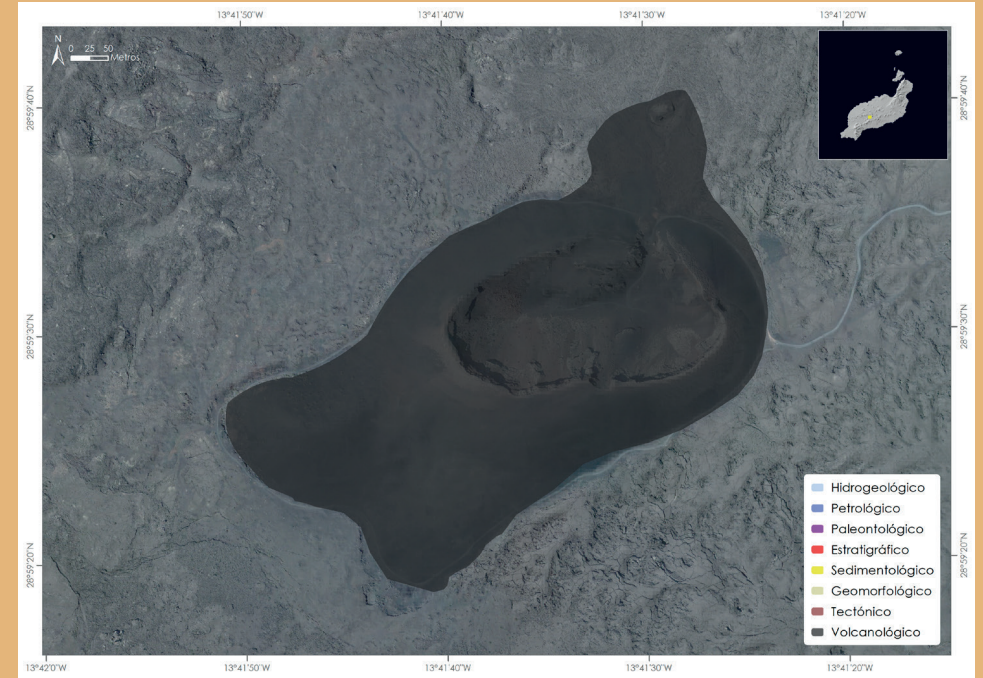


Figura 1. Volcán de Los Cuervos.



Figura 2. Interior del cráter del volcán de Los Cuervos.

Denominación del lugar:
Alineación volcánica de Calderas Quemadas (1730-36)

Descripción

La alineación de volcanes monogenéticos de Calderas Quemadas define la dirección principal de la fisura eruptiva que dio lugar a la erupción histórica de Timanfaya. Esta alineación constituye una pequeña cadena volcánica configurada de cuatro edificios de carácter anular que generan la alineación más compacta del área de Timanfaya. Cada uno de los conos está edificado a partir de uno o varios cráteres principales de morfología en embudo. En la base de los edificios se abren centros de emisión desde los que se emplazaron abundantes flujos lávicos de tipo pahoehoe. En el edificio más oriental, Caldera Quemada de Arriba, se produjo la emisión de bombas volcánicas de gran tamaño. Se trata además de una zona en la que se registran importantes anomalías geotérmicas. Un valor añadido es que en este sector se encuentra ubicado uno de los módulos del laboratorio de Geofísica de La Casa de Los Volcanes con numeroso instrumental para la investigación geofísica de Lanzarote.

Este LIG tiene un interés principal de tipo tectónico, presentando también interés volcanológico y geomorfológico. El estado de conservación es excelente, ya que se encuentra dentro del Parque Nacional de Timanfaya. El acceso está restringido pero el circuito de la guagua que recorre el parque pasa por la base de los conos que forman la alineación.

Localización

Provincia: Las Palmas

Municipio: Yaiza

Paraje(s): Calderas Quemadas

Coordenadas
(UTM, WGS84)

X: 620930,37

Y: 3208377,74

Huso: 28R

**Itinerario
de acceso**

Hay que acceder al Parque Nacional de Timanfaya y desde el centro de recepción de visitantes del Islote de Hilario en Montañas del Fuego, se pueden ver desde la "Ruta de los Volcanes", que se realiza en autobús.

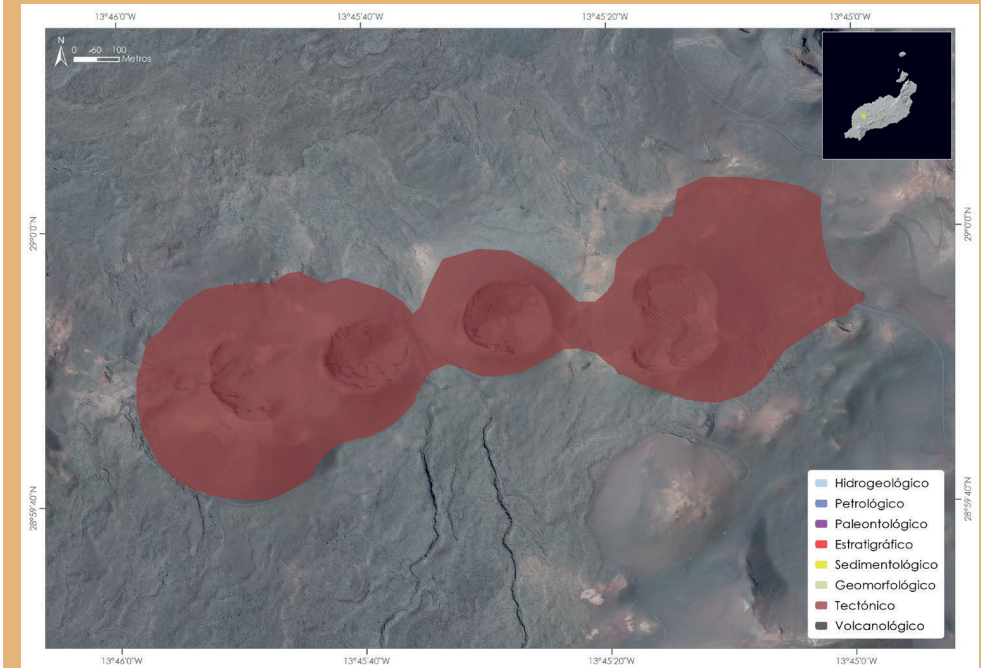


Figura 1. Alineación volcánica de Calderas Quemadas.



Figura 2. Bomba de Caldera Quemada de Arriba.

Denominación del lugar:
Edificio hidromagmático pleistoceno y laguna de El Golfo

Descripción

Se trata de un paisaje de otro mundo, creado a partir de un edificio surtseyano en el que se observan oleadas piroclásticas húmedas y secas con abundantes estructuras piroclásticas y procesos erosivos litorales. La erupción se inició con la emisión de oleadas piroclásticas basales de carácter húmedo que evolucionaron al final de la erupción a términos más secos. Este edificio se generó como consecuencia del desplome continuo de columnas eruptivas que formaron un cono de tobas (tuff cone). En los depósitos se encuentran elementos típicos de las erupciones hidromagmáticas como el lapilli acrecional, las estratificaciones cruzadas, dunas y antidunas, canales, estructuras de deformación por carga, etc. Posteriormente, se produjo el desmantelamiento de casi la mitad del edificio, seguido de una erupción estromboliana cuyos piroclastos y coladas recubren parte del edificio hidromagmático. En la actualidad el Golfo tiene una laguna interior de coloración verdosa producida por algas, conocida como laguna de Los Clicos o el Charco Verde, separada del mar por un cordón litoral de cantos.

Este LIG tiene un interés principal de tipo volcanológico e interés secundario de tipo geomorfológico, petrológico, sedimentario y tectónico. Es un lugar de especial belleza debido a que los depósitos piroclásticos presentan una alteración de su color original debido a los procesos de palagonitización, que les ha conferido la tonalidad amarilla actual afectando sobre todo a la parte inferior de los depósitos. Las condiciones de observación son buenas desde los miradores. Se encuentra en el Parque Natural de Los Volcanes.

Localización

Provincia: Las Palmas

Municipio: Yaiza

Paraje(s): Laguna de El Golfo

Coordenadas
(UTM, WGS84)

X: 614174,73

Y: 3205922,6

Huso: 28R

**Itinerario
de acceso**

Desde Arrecife se toma la carretera hacia Yaiza y desde allí se toma la carretera hacia Playa Blanca. Al poco hay un desvío en una rotonda que indica la salida hasta el pueblito de El Golfo, con estacionamiento para vehículos, y desde allí hay un sendero que asciende hasta este paraje. El acceso por el sur está cerrado por peligro de desprendimientos.

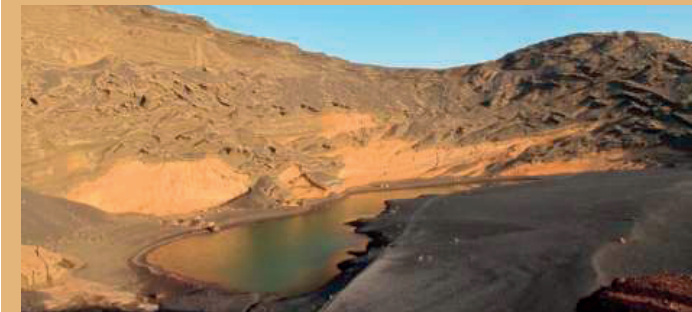
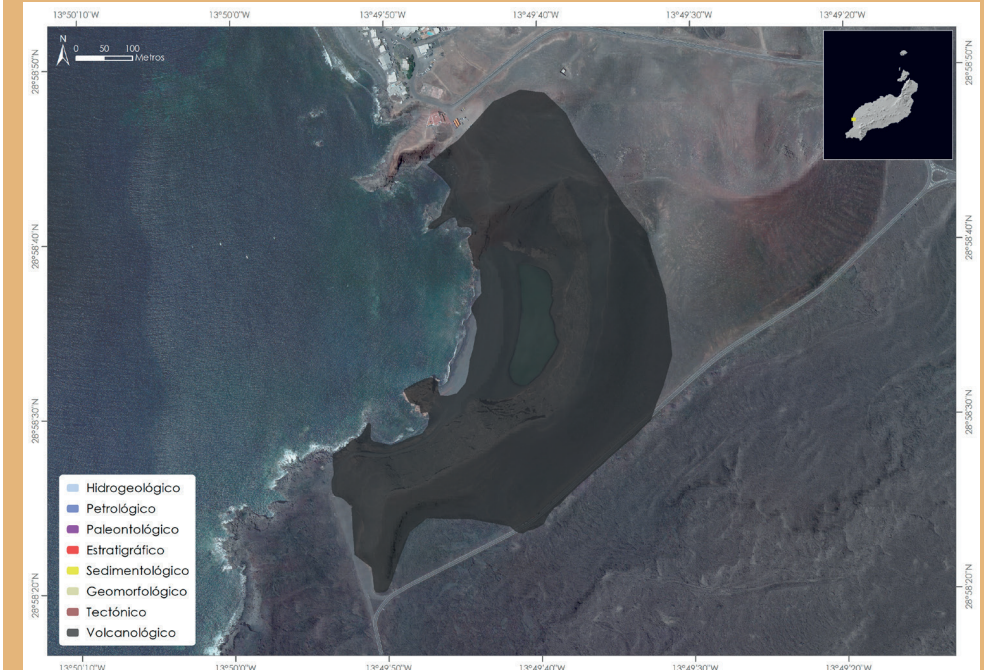


Figura 1. Vista general de la caldera de El Golfo, con la laguna de Los Clicos que está separada del mar por un cordón de arenas y gravas litoral.



Figura 2. Bomba de Caldera Quemada de Arriba.

Denominación del lugar:
Campo de piroclastos de La Geria (1730-36)

Descripción

Es el mayor campo de piroclastos máficos de dispersión eólica de todas las islas Canarias, en superficie y en espesor. Los piroclastos, también denominados picón o rofe por los habitantes de Lanzarote, se emitieron durante la erupción histórica de Timanfaya (1730- 1736) y se depositaron sobre los suelos previos. El clima de la zona se caracteriza por la falta de agua y el fuerte viento. Para ello, los agricultores han desarrollado una tecnología propia basada en las propiedades de los piroclastos, como son la elevada relación superficie/volumen, su poca capacidad calorífica, la pequeña conductividad térmica y una gran emisividad. Su superficie libre se enfría rápidamente por la noche, favoreciendo una gran condensación. El agua así condensada queda retenida en los poros, filtrándose rápidamente. Durante el día sólo la superficie libre está sujeta a evaporación, ya que la onda térmica apenas penetra en el suelo. Para minimizar el efecto del viento sobre los cultivos, se construyen muros de piedra tradicionalmente de planta semicircular a modo de barreras protectoras.

Este LIG tiene un interés principal de tipo volcanológico y secundario de tipo edafológico y geomorfológico. Pero La Geria, además de por su valor geológico, destaca por el paisaje derivado del aprovechamiento para la agricultura popular de Lanzarote, donde las cepas y otros frutales se cultivan en hoyos excavados en el lapilli. A raíz de este aprovechamiento se ha implantado la cultura del vino y su explotación turística. Este LIG forma parte del Paisaje Protegido de La Geria.

Localización

Provincia: Las Palmas

Municipio: Yaiza

Paraje(s): La Geria

Coordenadas
(UTM, WGS84)

X: 614174,73

Y: 3205922,6

Huso: 28R

Itinerario de acceso

Se toma la carretera LZ-2 desde Arrecife hacia Uga. Al llegar a Uga, se continúa por la carretera LZ-30, que atraviesa La Geria.

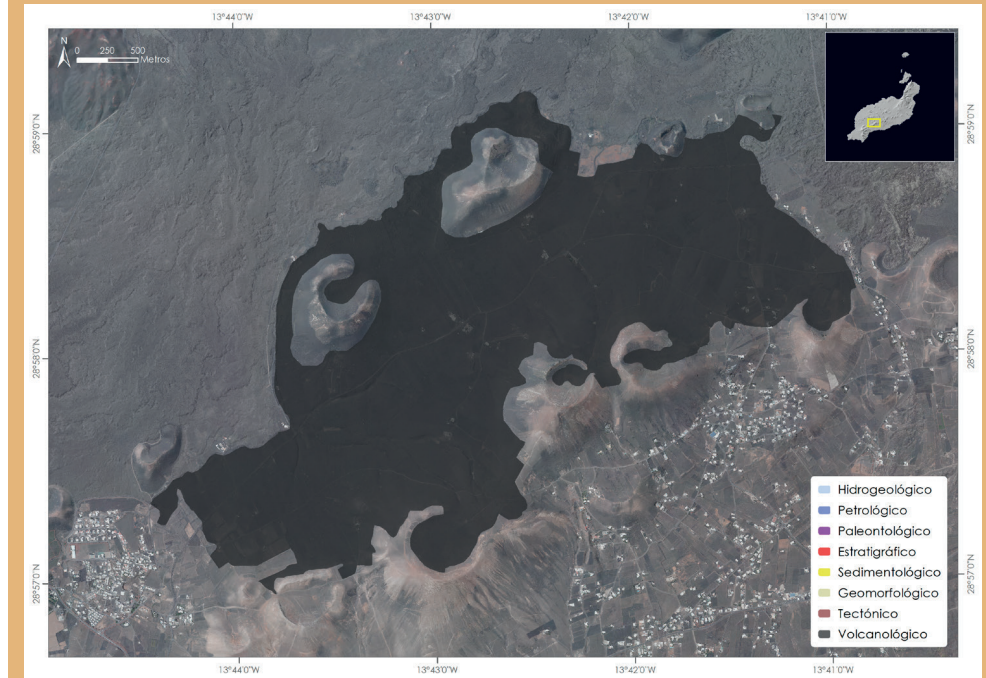


Figura 1. Vista general de La Geria. Se observan las plantaciones de viñedo, cultivados mediante técnica agrícola tradicional, en hoyos excavados en los piroclastos volcánicos.



Figura 2. Detalle de uno de los hoyos excavados en piroclastos volcánicos y la viña en su interior.

Denominación del lugar:
Cuevas y bufaderos de Los Hervideros

Descripción

El LIG de los Hervideros está caracterizado por un acantilado desarrollado en las coladas históricas de Timanfaya (s. XVIII), en la costa oeste de la isla de Lanzarote. Las coladas históricas en este punto alcanzan una gran potencia o espesor. Se trata de lavas de composición basáltica olivínica con xenolitos de dunita muy abundantes. En superficie tienen morfología tipo aa, y se pueden distinguir grandes bolas de acreción tanto en la superficie como en el interior de las coladas. En el acantilado se pueden observar los prismas de disyunción columnar formados durante el enfriamiento de la colada. Los procesos de erosión costera aprovechan este diaclasado y la estructura columnar de las coladas para formar pasillos de penetración para el agua de mar, ventanas cenitales, arcos, playas de bolos al pie de las pequeñas cuevas en la zona de rompiente, etc. En días de fuerte oleaje, la fuerte compresión de las olas en el interior de los pasillos de las coladas genera la formación de jets de espuma pulverizada de agua de mar (localmente llamados bufaderos) que alcanzan varios metros de altura sobre la superficie exterior de las coladas.

Este LIG tiene un interés principal de tipo geomorfológico, pero también tiene interés volcanológico y petrológico. Está habilitado para las visitas turísticas, cuenta con señalización, aparcamiento propio y aprovecha los balcones naturales entre los bufaderos conectándolos mediante una red de sendas casi invisibles. Muy espectacular cuando el mar no está calmado. Localizado en el Parque Natural de los Volcanes.

Localización

Provincia: Las Palmas

Municipio: Yaiza

Paraje(s): Los Hervideros

Coordenadas
(UTM, WGS84)

X: 613765

Y: 3203435

Huso: 28R

**Itinerario
de acceso**

Desde Arrecife se toma la carretera que pasa por Tías y continúa hasta Yaiza. Desde allí se toma la salida hacia Playa Blanca donde hay un desvío que indica la situación de este LIG. Se puede llegar a los Hervideros tanto por la carretera desde El Golfo, como desde las Salinas de Janubio.

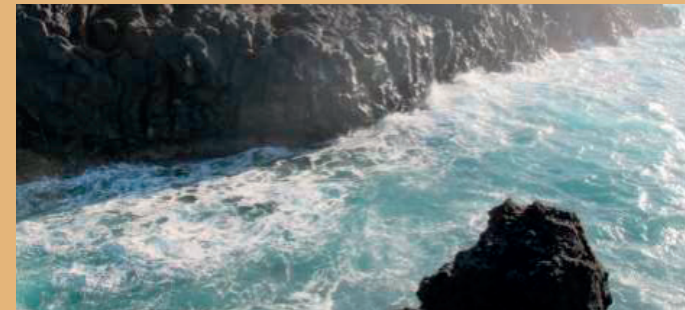


Figura 1. Costa acantilada en las lavas de Los Hervideros. Se observa la disyunción columnar y la erosión litoral en el frente de la colada.

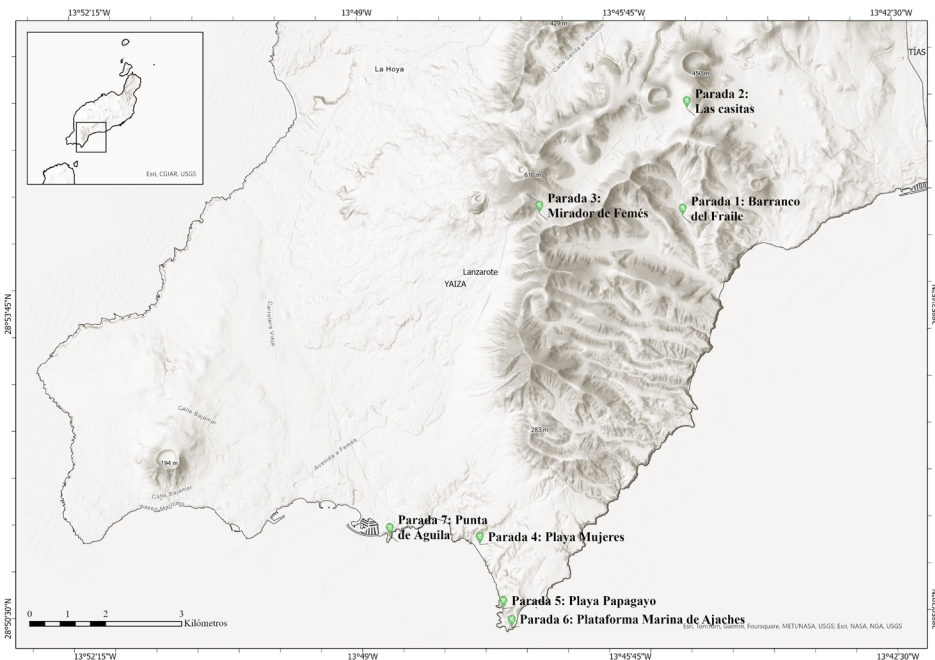


8.5. RUTA EN COCHE: LOS AJACHES, EN EL CORAZÓN DE UN ANTIGUO VOLCÁN

Descripción: La mayor parte de la ruta transcurre por el Monumento Natural de Los Ajaches, recalificado como Monumento Natural y declarado zona ZEPA.

El Macizo de Los Ajaches, que se emplaza en el sector oriental de la parte sur de Lanzarote, corresponde con un gran edificio volcánico formado entre los 15,5 y 12,3 millones de años, con una etapa erosiva que separa dos secuencias volcánicas. Las más antiguas que aparecen en los tramos bajos de las laderas (15,5 y 14,1 millones de años) y las más recientes (13,6 y 12,3 millones de años) se disponen en discordancia sobre la formación inferior. Los procesos erosivos de hace más de 2 millones de años, han hecho desaparecer el antiguo volcán de Los Ajaches.

La ruta tiene siete paradas, pasando por tres lugares de interés geológico, el Valle de Femés, Papagayo y Las Coloradas.



Parada 1. Barranco del Fraile: Carretera LZ-702 hacia Femés. Este barranco forma parte de la cuenca hidrográfica de mayor superficie, con mayor número de cauces secundarios y encajamiento de todo el espacio Ajaches. Este amplio y profundo valle se ha labrado sobre las series volcánicas miocenas y en condiciones climáticas diferentes a las actuales. Es una cuenca de cabecera muy desarrollada, ocupando el 75% de su superficie. En sus laderas se pueden observar las dos unidades geológicas mencionadas con anterioridad, la inferior y la superior.

Parada 2. Las Casitas: Cruce carretera LZ-702. El diseño de los barrancos de Los Ajaches consiste en grandes valles que se disponen desde los sectores de cumbres del macizo hacia el mar en sentido oeste-este, desembocando todos ellos en la costa oriental. Sin embargo, el valle de Femés rompe este diseño al mostrar una disposición en dirección noreste-suroeste, siendo transversal al resto de los barrancos del macizo, aunque se labre también en las rocas del Mioceno. Este valle es una cuenca cerrada, dispuesta en lo alto del macizo, cuya génesis está vinculada a la existencia de movimientos tectónicos. La aparición de los volcanes, Caldera Riscada, Caldera Gritana y Atalaya de Femés provocaron su cierre y favorecieron su relleno con materiales sedimentarios erosionados de sus laderas, que se intercalan con suelos formados bajo climas de mayor humedad que la actual. El relleno del valle alcanza un espesor de más de 63 metros, dando lugar a tierras muy fértiles. Se utilizan las mismas para transportarlas a otras zonas de la isla de tierras volcánicas más recientes, para su uso agrícola.

Parada 3. Mirador de Femés: Carretera LZ-702 hasta el pueblo de Femés Se trata de uno de los lugares más estratégicos de la isla, ya que se obtiene una bella panorámica del estrecho de la Bocaina, que separa las islas de Lanzarote y Fuerteventura. Se puede ver también en medio de ambas, el islote de Lobos y la costa norte de Fuerteventura. Junto al mirador, se emplaza la ermita de San Marcial de Rubicón, primer centro religioso de Canarias. Fue construido inicialmente en el sector costero en 1406 y fue sede del Obispado de Canarias hasta 1483. En 1593 fue destruida por los corsarios. Para evitar los ataques de los piratas fue trasladada al interior de la isla en el siglo XVII. En su fachada se puede ver una placa esculpida en piedra, procedente de las canteras de los Ajaches, que conmemora la visita pastoral del Obispo en 1733, cuando la isla estaba viviendo las erupciones de Timanfaya.

● **Parada 4. Playa Mujeres:** Desde Femés se sigue hasta Playa Blanca, y en la segunda rotonda a la izquierda, hay una pista de tierra para acceder al Monumento Natural de Los Ajaches. Hay que abonar una entrada para acceder en coche a la playa.

Muchas de las desembocaduras de los barrancos del Macizo de Los Ajaches son sistemas muy dinámicos. Desde la formación del antiguo volcán en escudo de Ajaches las lluvias intensas han erosionado sus rocas formando barrancos con cauces anchos, en cuyas desembocaduras se acumulan los depósitos erosionados y transportados formando abanicos detríticos. En esas desembocaduras protegidas del mar se forman playas encajadas, como Playa Mujeres. Las arenas de origen orgánico son primero transportadas por las corrientes marinas hacia la costa y después movidas por el viento tierra adentro. En los lados de la playa se observa como las arenas van apoyándose sobre las rocas del Macizo antiguo formando dunas trepadoras o rampantes. Este sistema dinámico se modifica cada vez que hay lluvias intensas, viento y/o mareas vivas, pudiendo llegar a perder gran parte de la arena. Sin embargo, el sistema es capaz de recuperarse sin la intervención del ser humano, en pocos días o semanas. En esta zona existían costras carbonatadas (caliche) que se cocían en los hornos para obtener cal, que fue uno de los primeros materiales de construcción de la isla.

● **Parada 5. Playa de Papagayo:** Desde la pista, seguir hasta la playa de Papagayo. Se trata de una pequeña cala de arena rubia rodeada de tobas y con un mar de color turquesa. A diferencia de Playa Mujeres no está en la desembocadura de un barranco, sino que se ha formado por la erosión del acantilado bajo el efecto de las olas. Las arenas que forman la playa y la duna rampante que cubre la ladera están constituidas principalmente por restos de conchas y algas calcáreas transportadas desde el mar. Las rocas que forman los escarpes que protegen la playa son de las más antiguas de la isla y están cortadas por otras rocas más duras con forma tubular, que son los conductos de transporte del magma dentro del volcán (diques).

● **Parada 6. Plataforma Marina de Ajaches:** Zona del camping de Papagayo, continuar pista de tierra y tomar la siguiente salida a la derecha. En la zona de Papagayo, por encima de los acantilados costeros actuales, se observa una superficie amplia relativamente plana que hace unos 5 millones de años estuvo bajo el mar. Se trata de una antigua plataforma submarina,

que actualmente está situada entre unos 15 y 45 metros sobre el nivel del mar. Esta plataforma se forma por el retroceso de un acantilado debido al oleaje que socava su parte inferior. La parte superior del acantilado se vuelve inestable y se producen desprendimientos. Así la erosión provoca la destrucción y el retroceso del frente del acantilado y la acumulación de rocas a su pie. Durante el proceso de formación de la plataforma de abrasión, el mar actúa como un cepillo de carpintero arrasando los depósitos volcánicos hasta dejar su superficie plana suavemente inclinada. Posteriormente la plataforma quedó al descubierto por un descenso gradual del nivel del mar, dejando en la superficie depósitos marinos. A lo largo de la costa, al pie de la plataforma se han formado nuevos acantilados y pequeñas playas de arena blanca. Cuando la marea está baja, se puede observar la nueva plataforma de abrasión al pie de los acantilados activos de la actualidad.

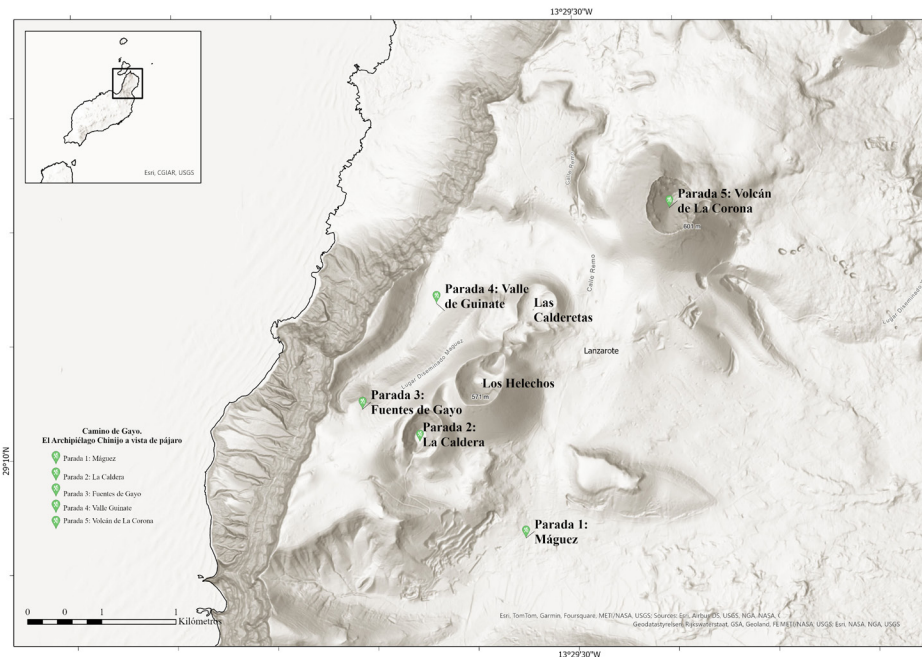
● **Parada 7. Punta de Águila:** Desde la parada 6 hay que volver por la pista de tierra hasta la carretera de acceso a Playa Blanca y seguir la avenida de Femés hasta girar a la izquierda en la calle Janubio. Continuar por la avenida de Papagayo hacia la calle Castillo del Águila, punto final de este recorrido. En el tramo costero entre la Punta de Papagayo y Playa Blanca se alternan playas y acantilados de entre 15 y 30 metros de altura. Uno de los tramos con mayor personalidad está entre la Playa de las Coloradas y el Puerto deportivo Marina Rubicón. En esta parte el acantilado se labra sobre la unidad inferior de la formación de Los Ajaches, mostrando niveles de piroclastos de color rojizo y naranja intenso, intercalados entre coladas de lava basáltica de más de 13,5 millones de años. Toda la secuencia está atravesada por una red de intrusiones basálticas que se forman cuando el magma que se mueve por la corteza se enfría cortando de forma vertical (diques) u horizontal (sills) los depósitos. Se podrá también ver la Torre del Águila o Castillo de las Coloradas, un pequeño castillo para defender la gran costa. Fue construida en 1741 para defender la zona de los ataques de corsarios y piratas berberiscos, cuyas incursiones en la isla fueron muy frecuentes entre los siglos XVI y XVIII. El Castillo fue incendiado en 1749 durante un ataque argelino, pero la torre fue reedificada durante el reinado de Carlos III en 1769, tal como consta en la lápida situada encima de la puerta. En el fondo de la bahía, sobre donde se levanta el castillo, apenas a 6 metros de profundidad, la presencia de diques es llamativa al sobresalir sobre el fondo arenoso como consecuencia de la erosión diferencial con el material en los que se encajan.

8.6. CAMINO DE GAYO. EL ARCHIPIÉLAGO CHINIJO A VISTA DE PÁJARO

Ficha técnica del camino

- Origen: Máguez.
- Fin: Guinate.
- Duración aproximada de la actividad: 4 horas.
- Longitud aproximada: 6 Km.
- Dificultad: Baja.

El sendero se inicia en la localidad de Máguez y finaliza en la localidad de Guinate, a través de la pista que conduce a los altos de Gayo.



Parada 1. Vega Agrícola: En el primer tramo se puede observar la zona de vega (zona deprimida entre montañas), tierras de cultivos, montaña de Los Llanos (ejemplo de relieve evolucionado, conocido como Mesa). Como aspectos geológicos destacamos la cadena de edificios volcánicos

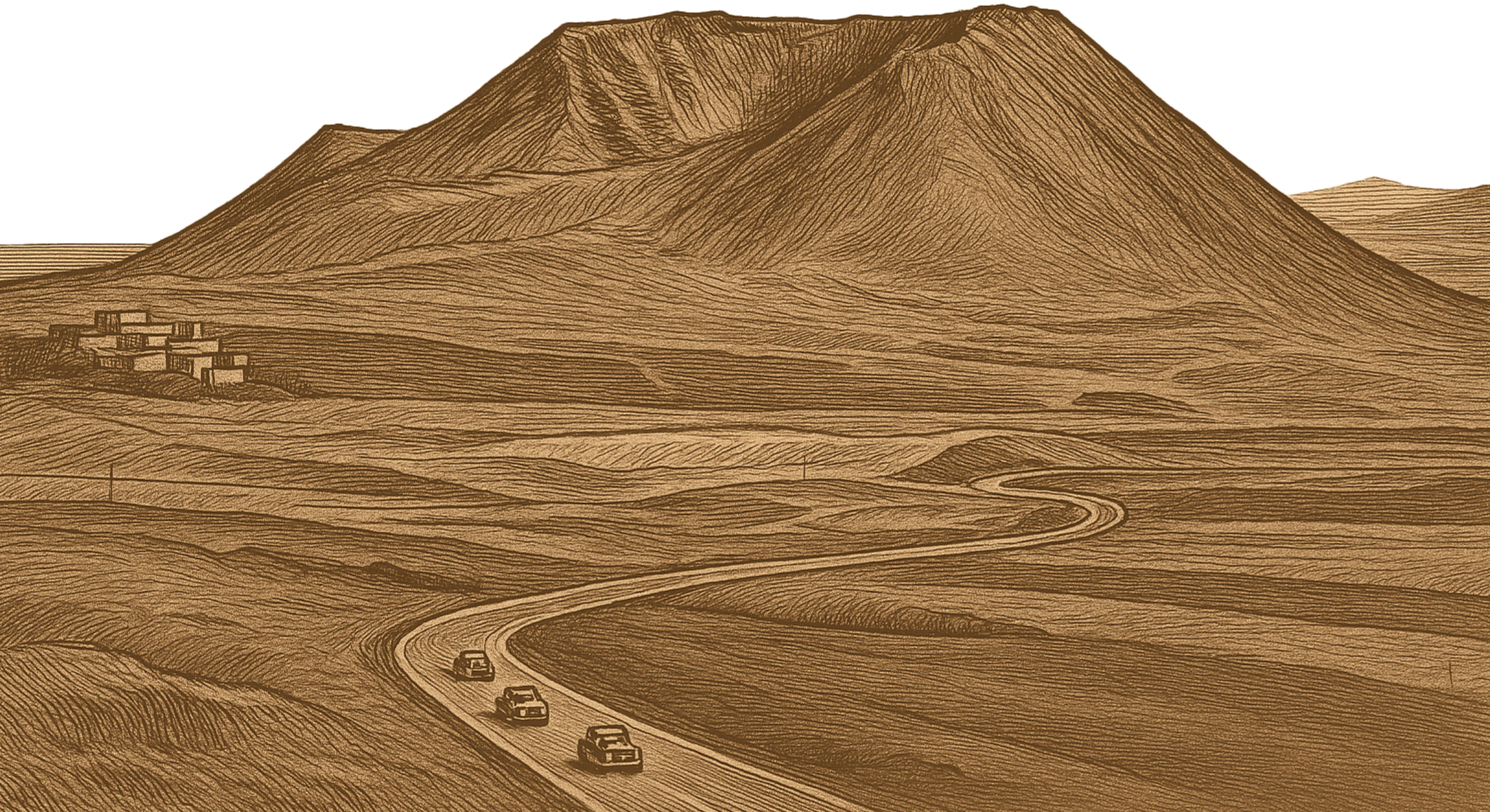
del norte de Lanzarote, correspondientes a la alineación volcánica de La Caldera, Los Helechos, Las Calderetas, Volcán de La Corona. Se trata de una alineación de volcanismo estromboliano, caracterizada por la emisión de material volcánico constante y con emisión continua de lava. Los materiales emitidos van desde la arena volcánica (lapilli, rofe), escorias (trozos de lava muy porosa), bloques (fragmentos mayores que las escorias), bombas (su forma redondeada la adquieren durante su trayectoria en el aire). Estos volcanes aparecen en Lanzarote ordenados en una alineación que sigue fracturas tectónicas bien definidas.

Parada 2. La Caldera: Estamos ante un cráter anular muy simétrico, en el que no se aprecian irregularidades por causa del viento dominante. Como aspecto destacado de este edificio destaca el aliviadero de lava en su parte sur. Este salidero ha hecho que las laderas de este edificio se mantengan intactas. Prosiguiendo con el recorrido y dejando a nuestras espaldas la cadena de volcanes de La Caldera, Los Helechos, Las Calderetas, Volcán de La Corona, nos encontramos en las Fuentes de Gayo.

Parada 3. Fuentes de Gayo: Estas fuentes ya eran conocidas antes de la conquista por los antiguos pobladores de la isla. La presencia en Lanzarote de este tipo de fuentes no fue muy abundante, pero sí que en el Macizo de Famara se han dado una serie de condicionantes geológicos y orográficos que han propiciado su localización. En primer lugar la altura que alcanza el Macizo de Famara hace que el aporte hídrico sea mayor, por la presencia constante de los vientos alisios (vientos húmedos). Y por otro lado la presencia del volcán de Los Helechos, cuyas rampas actúan como si fueran alcogidas que transportan el agua hacia las fuentes.

Parada 4. Valle de Guinate y Archipiélago Chinijo: Se corresponde con un valle tipo de los que encontramos en el norte de la isla, la mayor parte de ellos seccionados por la erosión, o como es en este caso un valle sin cabecera. Actualmente se encuentra cultivado en su cauce y en las laderas se aprecian antiguos bancales (terrazas de cultivo) ya abandonados. En cuanto al Archipiélago Chinijo, que se puede contemplar en frente del camino, cabe destacar la presencia de volcanismo hidromagmático (Montaña Amarilla), así como el volcanismo central de Las Agujas y El Mojón.

● **Parada 5. Volcán de La Corona:** Es un buen ejemplo de volcán estromboliano conformado por arenas, bombas, escorias, que supone uno de los mejores ejemplos de Canarias. Entre las características principales de este edificio son el gran campo de lavas que originó hacia el este insular (Malpaís de La Corona), así como la creación de un gran tubo volcánico que discurre bajo este campo de lavas y que solo es visible por medio de jameos originados en el mismo.



Geoparque El Hierro

Yurena Pérez Candelario y
Olaya García Pérez

Capítulo 9

9.1. INTRODUCCIÓN

La isla de El Hierro destaca del resto de las Islas Canarias, por su edad, su tamaño, pero también por su maravillosa geodiversidad, rasgo por el cual y junto a una sociedad que mantiene los valores tradicionales de economía y cultura, así como a su compromiso por un turismo sostenible, aporta el título de Geoparque de la UNESCO.

El Hierro es la más joven de las Islas Canarias con una edad máxima de 1.2 Ma. Durante su crecimiento ha ido cambiando en forma y tamaño, así pues, a su inicio se caracterizó por la fusión de dos edificios volcánicos Tiñor (1.12-0.88 Ma), localizado en la parte norte de la isla y El Golfo-Las Playas (545- 176 Ka). Posteriormente, la actividad volcánica se desplazó hacia el suroeste formando un campo de volcanes Holocénicos, que conforman lo que es El Hierro actualmente.

Pero si hay que mencionar algo significativo y llamativo de la isla de El Hierro es su característica morfología en forma de estrella de tres puntas, causada por los cuatro grandes deslizamientos de ladera, asociados a la inestabilidad del edificio volcánico en crecimiento.

- Tiñor 0.8- 0.5 Ma.
- Las Playas (~545-176 Ka y 176-145 Ka).
- El Julan (>158 Ka).
- El Golfo (~87-39 Ka), que generó la cicatriz más relevante de la isla tiene forma de anfiteatro de 27 km de distancia y escarpes de hasta 1.000 m de altitud.

Posteriormente a estos grandes eventos, la mayoría de la actividad se centró en volcanes monogenéticos en el interior de las depresiones y en las estructuras previas al deslizamiento.

La riqueza de El Hierro no solo se encuentra en su diversidad geológica, también lo hace en su abundante variedad de microclimas y por tanto, en la diversidad de su vegetación. La presencia de los alisios, procedentes del Anticiclón de Azores aportan una importante cantidad de humedad a las laderas noreste y este de El Hierro. Las elevadas pendientes de estas laderas han contribuido a crear a lo largo de los años un número significativo de barrancos incipientes que matizan los relieves locales.

Por tanto, las características del relieve insular y la escasa altitud de sus cotas máximas condicionan, no solamente las características climáticas locales, sino también la disponibilidad de los recursos hídricos con los que cuenta la isla. De este modo, la disponibilidad de agua, el gran tesoro de la isla, determina la distribución de la vida vegetal y animal, así como las actividades humanas. De ella dependen actividades como la ganadería y la agricultura tradicional.

9.2. ¿CUÁL ES LA FILOSOFÍA DEL GEOPARQUE DE EL HIERRO?

Un Geoparque es un modelo innovador de desarrollo local apoyado por la UNESCO que, de forma integral, permite gestionar los elementos del patrimonio cultural y natural, especialmente de la geodiversidad, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio.

El Geoparque de El Hierro trabaja con la filosofía de conectar a las personas con su medio geológico, funcionando como puente entre una región, su patrimonio y sus habitantes. El objetivo principal es que esta figura sea una alternativa para que los herreños tengan la oportunidad de vender sus productos tradicionales, convirtiéndose en los propios guías de su territorio, desarrollando un turismo sostenible. La motivación es tener un impacto directo en el territorio a través de dar a conocer y poner en valor el patrimonio geológico y su geodiversidad. Se busca fomentar su conservación a través del conocimiento, usando el vínculo entre el valor de un espacio natural geológicamente rico, su cultura y tradición, como herramienta para incentivar el desarrollo económico del territorio, mejorando así las condiciones de vida de sus habitantes y su medio en general.

Además, el Geoparque de El Hierro se caracteriza por un enfoque de gestión participativa local, “de abajo hacia arriba”, para garantizar que los valores geológicos de su territorio puedan conservarse y también utilizarse como recursos para beneficio de la población, a través de la ciencia, la educación y del geoturismo, entre otras actividades de carácter sostenible.

A partir de este planteamiento el Geoparque de El Hierro se centra en crear:

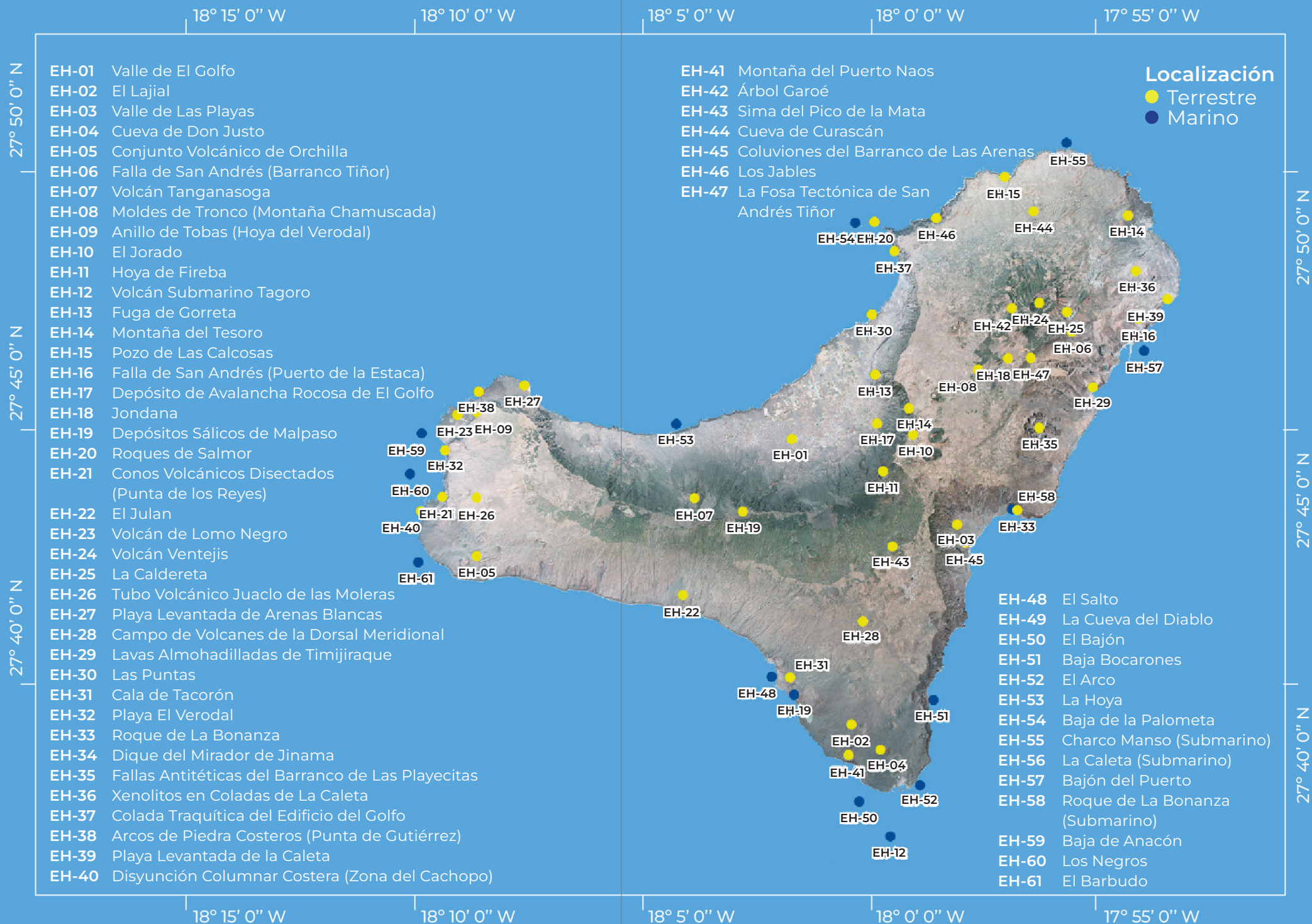
- Actividades y proyectos educativos sobre el patrimonio geológico y la sostenibilidad.
- Actividades económicas locales como el geoturismo, turismo guiado vinculado a la geología del territorio y a los usos, costumbres y productos locales.
- Actividades de conservación identificando a la sociedad con su patrimonio e implicándola en su protección y difusión.

9.3. LOS RETOS DE FUTURO DEL GEOPARQUE

Los retos a los que se enfrenta el Geoparque de El Hierro son muy comunes a todos los Geoparques: la dificultad de transmitir a la población el propio significado de lo que es un Geoparque, cuáles son sus beneficios y cómo un producto turístico puede generar un beneficio al medio ambiente y qué aporta a la sociedad local. Este problema suele venir asociado a la confusión entre un Geoparque y otras figuras de protección, cuya normativa incluye una serie de prohibiciones y limitaciones, mientras que un Geoparque no es una figura legal de protección al uso. Para entender este rechazo por parte de la población a la existencia, de lo que para ellos es otra figura de protección, sólo hay que ver que la isla de El Hierro, con tan solo 268 Km², cuenta con un 58,1 % de su territorio protegido, siendo la isla que posee más superficie protegida en todo el Archipiélago Canario.

Un Geoparque debe acreditar un patrimonio geológico de importancia internacional, pero su objetivo es explorar, desarrollar y exponer la relación de su patrimonio geológico con todos los otros aspectos de su patrimonio natural y cultural. A partir de aquí, surge otro de los grandes retos del Geoparque, y es el de poder vincular la parte social y patrimonial con la volcanología y la geología, que trata la Tierra desde una perspectiva global, como un todo que incluye sus recursos naturales, como hermosos paisajes, mares, bosques, montañas, colinas, cascadas, etc.

La isla de El Hierro es un lugar rico en geodiversidad, que además de belleza escénica, reviste un interés científico significativo. La geodiversidad forma parte importante del patrimonio natural de la isla de El Hierro y constituye una fracción significativa de sus recursos del potencial turístico. El Geoparque de El Hierro trabaja en la actualidad en la activación de estos recursos para fomentar el desarrollo de actividades geoturísticas sostenibles.



El Hierro destaca por su elevada geodiversidad, entendiendo por esta como el número y variedad de elementos geológicos presentes en un lugar: las rocas y sedimentos del sustrato, la geometría y estructura que presentan, su composición y los minerales que las forman, los suelos formados sobre ellas, los fósiles que contienen, las formas del relieve y los procesos que dan lugar a cada uno de ellos. Todos estos elementos nos ayudan a entender la historia natural y evolutiva de una región y sus particularidades. Su valor y belleza contribuyen a definir el patrimonio geológico de la zona, mediante la selección de los LIG (Lugares de Interés Geológico)

Los LIGs definidos para el Geoparque de El Hierro integran tanto territorio emergido como sumergido. En El Hierro se han declarado 61 Lugares de Interés Geológico, de los cuales 15 son submarinos y 46 terrestres, lo cual es un ejemplo de la gran geodiversidad que presenta esta isla con una gran cantidad y diversas morfologías como son las grandes cicatrices de los deslizamientos gravitacionales, además de las variaciones en la litología, la disposición de las estructuras volcánicas, formas tectónicas, así como procesos volcánicos y erosivos, que otorgan a El Hierro una rica diversidad de paisajes.

El Hierro es conocido como “la isla de los mil volcanes”. Esto se debe a que en la isla se han identificado en superficie unos 900 conos de escoria y otros tantos bajo el mar. Tan solo en la parte sur de la isla se han identificado 230 volcanes monogenéticos, de los cuales un importante número son edificios volcánicos únicos, simétricos y aislados. Estas estructuras volcánicas presentan multitud de tamaños, materiales y geometrías, asociadas a erupciones más o menos violentas, que van desde las hawaianas, estrombolianas, estrombolianas violentas, hasta, ocasionalmente, algunas erupciones freatomagmáticas, que podemos considerar las más violentas.

Tabla 1. Recopilación de los LIGs inventariados del Geoparque de el El Hierro, destacando su interés y su localización (submarino o subaéreo).

Descripción	Submarino o subaéreo	Interés
El valle de El Golfo	Terrestre	Se trata de la cicatriz dejada por uno de los megadeslizamientos más recientes ocurridos en las Islas Canarias
El Lajial	Terrestre	Afloramiento volcánico, cuyo interés radica en la diversidad de formas volcánicas asociadas al mismo
El Valle de Las Playas	Terrestre	Anfiteatro muy representativo producido por el deslizamiento gravitacional de un flanco de edificio volcánico.
Cueva de Don Justo	Terrestre	Tubo volcánico
Conjunto volcánico Orchilla-fisuras eruptivas. Acanthilados.	Terrestre	Volcanes monogenéticos
La falla de San Andrés (en el Barranco de Tiñor)	Terrestre	Falla circular
Volcán Tanganasoga	Terrestre	Volcán poligenético
Los moldes de troncos de la colada de Montaña Chamuscada	Terrestre	Interés paleontológico
Restos del anillo de tobas de la Hoya del Verodal	Terrestre	Anillo de tobas, interés geomorfológico
El Jorado	Terrestre	Actividad antrópica
La Hoya de Fireba	Terrestre	Geomorfológico y petrológico. Edificio piroclástico (estromboliano e hidromagmático)
Volcán submarino de Tagoro	Marino	Erupción submarina
Fuga de Gorreta	Terrestre	Parte baja del escarpe del golfo
La Montaña del Tesoro, sus coladas y la plataforma lávica de Tamaduste	Terrestre	La isla Baja de El Tamaduste constituye un muy buen ejemplo de formación de islas bajas en El Hierro.

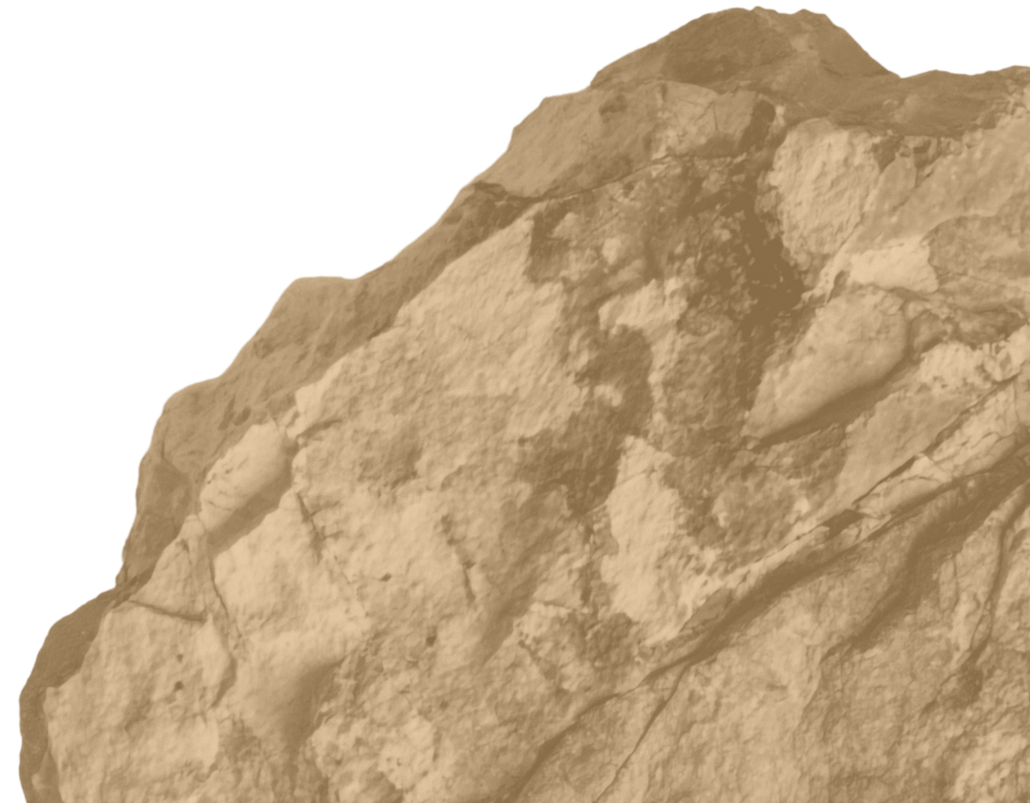
Descripción	Submarino o subaéreo	Interés
Pozo de la Calcosas	Terrestre	Colada de lavas cordadas.
La falla de San Andrés	Terrestre	Plano de deslizamiento gravitacional
Depósitos de avalancha rocosa del 2º deslizamiento gravitacional responsable del Valle de El Golfo	Terrestre	Interés geomorfológico y petrológico, bloques de deslizamientos
Jondana	Terrestre	Zona de extracción Acción antropológica
Depósitos sálicos de Malpaso	Terrestre	Interés petrológico
Roques de Salmor	Terrestre	Interés geomorfológico.
Los conos de piroclastos disectados de los acantilados (La Punta de los Reyes)	Terrestre	Acantilado que disecta varios conos de piroclastos, por lo que se puede observar muy bien su estructura interna.
El Julan	Terrestre	Megadeslizamiento
El volcán de Lomo Negro.	Terrestre	Erupción fisural muy reciente con un excelente campo lávico asociado.
Volcán Vetejís	Terrestre	Edificio volcánico de origen estromboliano muy bien conservado
La Caldereta	Terrestre	Caldera de explosión o "maar" formada en una erupción freatomagmática.
Juaclo de las Moleras	Terrestre	Yacimiento rico en fósiles y subfósiles de vertebrados
Playa levantada de Arenas Blancas	Terrestre	Depósitos de arena clara, organógena de El Hierro y de las Canarias occidentales, poco frecuentes.
Campo de volcanes de la dorsal Meridional	Terrestre	Único afloramiento en El Hierro que registra la emersión un edificio insular (el edificio Tiñor)
Pillowlavas y brechas hialoclastíticas	Terrestre	Tipo de costa muy característico de plataformas costeras en la isla de El Hierro.

Descripción	Submarino o subaéreo	Interés
Las Puntas	Terrestre	Tipo de costa muy característico de plataformas costeras en la isla de El Hierro
La Cala de Tacorón	Terrestre	Combinación de paleoacantilados y plataformas lávicas
Playa del Verodal	Terrestre	Una de las escasas playas de arena roja que existen en Canarias
Roque de la Bonanza	Terrestre	Icono paisajístico más importante de El Hierro
El dique del Mirador de Jinama	Terrestre	El dique de Jinama es uno de los diques que aflora mejor conservados de El Hierro
Fallas antitéticas del Barranco de las Playecitas	Terrestre	Falla antitética de la falla de San Andrés
Coladas cargadas con xenolitos de La Caleta	Terrestre	Las escasas coladas de El Hierro que portan xenolitos mantélicos
La colada traquítica del Edificio El Golfo	Terrestre	Coladas de materiales sálicos, poco comunes en El Hierro
Arcos de piedra costeros (Puntas de Gutiérrez)	Terrestre	Tipo de costa muy característico de plataformas costeras en la isla de El Hierro
Playa levantada de La Caleta	Terrestre	La interacción de una antigua playa con la llegada a la misma de coladas subaéreas para dar lugar a lavas almohadilladas e hialoclastitas
Disyunción columnar costera en la zona del Cachopo	Terrestre	Tipo de costa muy característico de plataformas costeras en la isla de El Hierro
La montaña de Puerto Naos	Terrestre	Radiografía del interior de conos de piroclastos
El Garoé	Terrestre	Interesante conjunción del patrimonio arqueológico y geológico de la isla
Sima del Pico de la Mata	Terrestre	Interés paleontológico
Cueva del Curascán	Terrestre	Interés paleontológico. Presencia de huesos de aves hoy extintas en las Islas Canarias

Descripción	Submarino o subaéreo	Interés
Los Jables	Terrestre	Es uno de los escasos lugares de El Hierro en el que aparecen formas de acarcavamiento
La fosa tectónica entre la carretera San Andrés-Tiñor y La Cumbrecita	Terrestre	Accidente tectónico, poco común en las Islas Canarias
El Salto	Marino	Interés geomorfológico
La Cueva del Diablo	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
El Bajón	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
Baja Bocarones	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
El Arco	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
La Hoya	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
Baja de la Palometa	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
Charco Manso	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
La Caleta	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
Bajón del Puerto	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
Roque de la Bonanza	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
Baja de Anacón	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
Los Negros	Marino	Interés geomorfológico y petrológico
El Barbudo	Marino	Interés geomorfológico y petrológico

De esta gran lista se deben destacar los siguientes **LIG**, por ser los más interesantes desde el punto de vista de su patrimonio geológico y cultural:

1. El Valle de El Golfo.
2. Pozo de Las Calcosas.
3. Las Playas.
4. Volcán submarino de Tagoro.
5. El dique del Mirador de Jinama.
6. El Garoé.
7. El Bajón.
8. Arcos de piedra costeros (Puntas de Gutiérrez).
9. El Lajial.
10. El Julan.



El Golfo

Punto de acceso

El deslizamiento de El Golfo se puede observar desde distintos miradores situados a lo largo de todo el "escarpe", desde donde, aprovechando los diferentes ángulos de visión, es posible apreciar este impactante fenómeno geológico. Desde el mirador de La Peña, el mirador de Jinama, la Llanía o Malpaso, el visitante puede disfrutar de las verticales paredes atravesadas por numerosos diques, formados por el discurrir de la lava, aprovechando grietas en las rocas más antiguas, para alimentar los distintos volcanes que formaba el antiguo edificio volcánico de El Golfo, antes de su deslizamiento.

Descripción

La forma de El Hierro, con aspecto de estrella de tres puntas, se debe en parte a cuatro grandes deslizamientos sucesivos que dejaron una marcada huella en el paisaje.

El Golfo es una depresión de forma semicircular, calderiforme, creada por el crecimiento continuo y elevado del edificio volcánico. La constante actividad volcánica y el aporte de materiales en sucesivas capas genera un alto edificio con laderas inestables, que termina por colapsar, produciéndose el deslizamiento de materiales en varias fases que formaron lo que conocemos actualmente por el Valle de El Golfo.

Se trata de un megadeslizamiento, uno de los más recientes en Canarias, que está muy bien conservado, dado que la acción de la erosión no ha tenido tiempo para modificar su actual aspecto. En este caso, el deslizamiento dio lugar a un valle de 15 kilómetros de ancho y 5 kilómetros de profundidad, moviendo 318 kilómetros cúbicos de materiales, al caer el flanco noroccidental del edificio El Golfo-Las Playas depositando todo en el fondo marino y dejando unos escarpes con impresionantes paredes de 1.500 metros de altura, como por ejemplo la que acoge en su punto al mirador de Malpaso.

Este proceso de crecimiento desmesurado por la actividad volcánica y una posterior destrucción se llama Efecto Sísifo. En la mitología griega, el rey corintio, Sísifo, fue condenado por Júpiter a trasladar una gran roca hasta la cumbre de montaña, pero antes del alcanzar la cima, perdía el control sobre la roca y esta caía hasta la base de la montaña, teniendo que volver a iniciar su tarea, en un ciclo trágico e interminable.

Estos deslizamientos no ocurrieron a la vez. El primero y más espectacular, el de El Golfo, ocurrió sobre unos 82.500 años atrás formando el arco principal de El Golfo, el segundo hace 23.500 años y que modificó el primer deslizamiento dejando en la zona de Jinama una pared casi vertical de 1000 metros de altura, dándole a este mirador una de las vistas más espectaculares de Canarias. Pasaron millones de años para que se reactivara la actividad volcánica que volvió a cubrir las huellas de los deslizamientos anteriores, ofreciéndonos la configuración paisajística actual.



Figura 1. Autor: Juan Ramón Marcelino.

Pozo de Las Calcosas

Punto de acceso

Para ir al Pozo de Las Calcosas se coge la carretera HI-100 desde el núcleo de población de El Mocanal hasta el final del trayecto, en un parking de uso público, en el que se puede dejar el vehículo y acceder a las piscinas y al poblado de pescadores a través de un camino. El camino de acceso presenta bastante inclinación, así que tome un respiro y disfrute de las vistas al bajar.

Descripción

Para entender el origen del Pozo de las Calcosas, debemos retroceder en el tiempo hasta la erupción del volcán Montaña Aguarijo y La Atalaya. No conocemos durante cuánto tiempo, ni el volumen total de la erupción, pero sabemos que, de estos volcanes, situados a una elevada altitud se generaron unas coladas de lavas cordadas (lavas pahoehoe); que se encauzaron por los barrancos existentes, aumentando la dispersión de las lavas hasta llegar al mar. En este proceso se produce la fosilización de un cantil (lugar que forma un escalón en la costa o en el fondo del mar) previo, ganando terreno al mar con la formación de una plataforma o isla baja que amplió la zona de la costa, generando estructuras y formas únicas y singulares, llamativas para el ojo humano por la riqueza paisajística y estética del lugar.

Actualmente es un ejemplo de procesos vinculados a la dinámica de vertientes, con la caída de derrubios, meteorización de las rocas, deslizamientos, y acciones de erosión marina creando plataformas de abrasión y roques.

Este espacio singular que tiene como nombre “La Calcosa” es un término local aborigen para nombrar a una planta endémica canaria, la Rumex lunaria o vinagrera. El lugar también presenta una elevada singularidad por la presencia de piscinas naturales y un pequeño poblado de pescadores. Este poblado formado en la plataforma marina, para evitar el tránsito continuado por la elevada pendiente del camino, presenta un conjunto de casas denominadas “casas pajeras”, construidas con paredes de piedra volcánica y techos de “colmo” o paja de centeno. Este patrimonio arquitectónico convierte la zona en un museo al aire libre que invita a pasear y descubrir, tanto la parte geológica como la patrimonial.

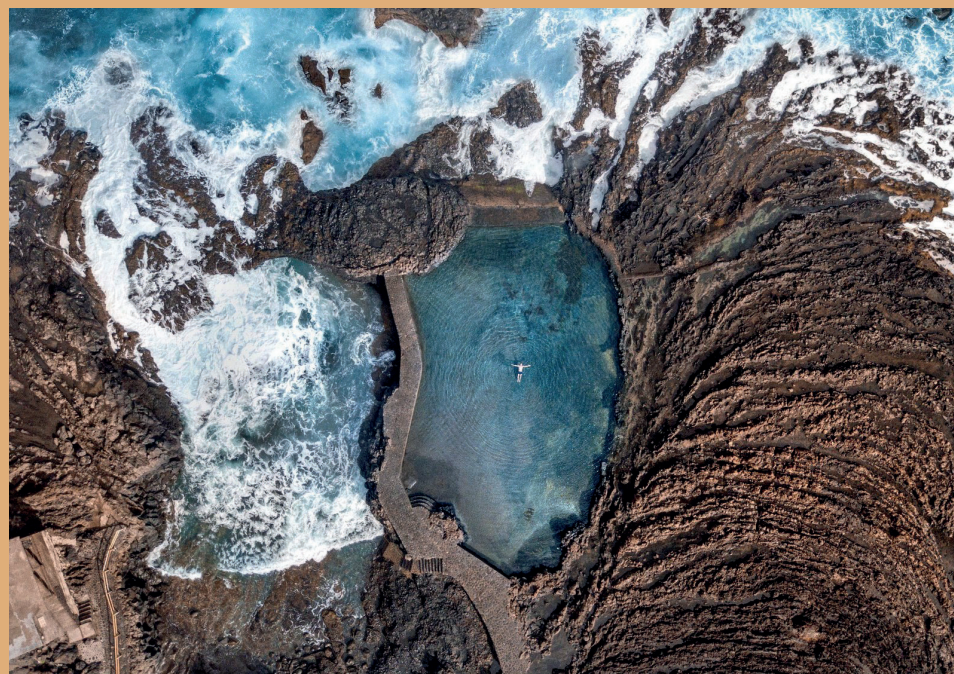


Figura 2 y 3. Autor: Consejería de Turismo, Cabildo de El Hierro.

Valle de Las Playas

Punto de acceso

El Valle de Las Playas se puede apreciar desde varias localizaciones, ya sea desde el mirador de Las Playas, que permite disfrutar de su grandiosidad, o bien recorriendo la carretera que lo atraviesa a nivel de la costa.

Descripción

El arco o anfiteatro que forma Las Playas tiene casi 8 kilómetros de perímetro y su formación se asocia a un deslizamiento gravitacional de la parte suroriental del edificio insular que se produjo entre los 175.000 – 145.000 años.

Este megadeslizamiento afectó a todo el edificio volcánico Tiñor y a las dorsales meridionales de la Isla, exponiendo en sus escarpes materiales que formaban el inicio de estos edificios volcánicos iniciales (Tiñor, El Golfo y las Playas, dorsales nororiental y meridional de la isla).

Algunos autores mencionan que se trata de dos deslizamientos: el primero, asociado al sistema de fallas de San Andrés, que podría haberse producido por una serie de deslizamientos en cadena; y el segundo, más reciente, correspondiente al de Las Playas, el cual habría sido una avalancha de derrubios similar a la de El Golfo, aunque de menor dimensión.

La forma actual con escarpe verticalizados y la cabecera socavada es debida a la erosión generada en los últimos miles años. Si se observa en detalle la pared vertical desde la base al techo, podremos interpretar los siguientes detalles:

- En la parte más baja: apreciamos la sucesión de coladas de lavas y piroclastos (material de caída) basálticos pertenecientes al Edificio Tiñor, que se distinguen porque están inclinados hacia el mar y se encuentran atravesados por numerosos diques verticales de basalto. Este es el único punto de la isla donde se muestra la parte más antigua del edificio Tiñor, o lo que es lo mismo las rocas más antiguas de El Hierro 1.1 Ma. localizadas próximas al parador de turismo.
- A media altura, sobre una amplia superficie de capas inclinadas (discordancia angular), marcada por un potente almagra (capa de color rojizo o anaranjado intenso) se apoya sobre las rocas pertenecientes al Edificio Tiñor, donde se distinguen varias coladas basálticas (color oscuro) horizontales sobre las que aparecen coladas de traquitas de gran espesor (color gris claro) del Edificio El Golfo-Las Playas.
- En la parte superior del escarpe se observan las coladas y piroclastos basálticos de la Dorsal Nororiental.
- Sobre la parte septentrional de la depresión de Las Playas, se ve como caen en cascada las coladas basálticas procedentes de las erupciones de la Dorsal Nororiental que se intercalan con diversos niveles de piedemonte (cantos y sedimentos procedentes de las partes más altas del escarpe que se han caído por gravedad o por lluvia).



Figura 4. Autor: Juan Ramón Marcelino.

Tagoro: Volcán submarino

Punto de acceso

No es accesible

Descripción

Esta erupción submarina ha sido la última actividad volcánica registrada en El Hierro, entre octubre de 2011 y marzo de 2012. Monitorizada desde sus inicios ha permitido ser un laboratorio y un escenario de aprendizaje en cuanto a la vulcanología en Europa.

Como resultado de la erupción submarina poco profunda, un nuevo volcán llamado Tagoro creció hasta los 375 metros de altura, quedando a 89 metros de profundidad. La erupción consistió en intercalación de fases de construcción del edificio volcánico y fases de destrucción, con eventos de colapso. El tipo de actividad volcánica varió desde efusiva hasta explosiva, originándose conos de piroclastos, lavas almohadilladas y materiales de avalancha rocosa, todos ellos relacionados con esta erupción.

Además, la erupción expulsó bombas volcánicas juveniles flotantes y xenolitos sedimentarios de la corteza oceánica. Las cenizas volcánicas y las bombas espumosas, así como los gases, formaron una pluma flotante de restingolitas.

En los periodos de mayor explosividad se formaron grandes cantidades de ceniza y lapilli muy vesiculares y flujos de piroclastos que, junto a las avalanchas de derrubios que se produjeron como consecuencia del colapso gravitatorio episódico del cono principal, formaron amplios delantales volcanoclásticos profundos. En las últimas etapas de la erupción se formaron conos secundarios de los que partieron flujos lávicos, en gran medida, lavas almohadilladas que cubrieron los depósitos anteriores. En los últimos momentos de la erupción se formaron hornitos y se produjo una intensa alteración hidrotermal y la formación de esterillas bacterianas en la parte sumital del edificio.

La sismicidad alcanzó una magnitud de 4,5 lo que provocó el cierre de carreteras (por ejemplo, el túnel que une la capital, Valverde, con Frontera, en el embalsamiento de El Golfo), sumándose a la desolación y desesperación de muchos de los habitantes en aquel momento.



Figura 5. Autor: Yurena Pérez.

El Dique de Jinama

Punto de acceso

El mirador de Jinama está situado en la parte centro-este de El Hierro, al oeste de San Andrés, con unas vistas de increíble belleza, donde se puede observar desde 1.230 m de altura todo el deslizamiento de El Golfo.

Descripción

Los diques están íntimamente relacionados con los procesos eruptivos, ya que son formaciones intrusivas verticales, con espesores variantes en El Hierro (0,5 m a 7 m). Estas intrusiones de magma suelen producirse a favor de las fracturas distensivas (fracturas generadas por reducción de la tensión compresiva), atravesando las capas o cuerpos rocosos preexistentes, por lo que, el dique es más joven que la roca que atraviesa.

A lo largo de toda la pared se observan diques que explican la migración del magma a superficie, alimentando los conductos magmáticos de los cráteres de los edificios volcánicos.

A su vez, se pueden observar diques que no han aflorado a superficie y se han quedado a mitad de pared. En superficie, muchos de estos diques suelen quedar expuestos después de procesos erosivos largos, debido a la mayor resistencia a la erosión de sus materiales en comparación con la roca circundante.

Este es el caso del dique de Jinama, situado en la parte alta del escarpe de El Golfo. Este dique forma parte de la cicatriz dejada por el deslizamiento de El Golfo, siendo un interesante dique basáltico, exhumado por la erosión, cuyas raíces podemos seguir hasta prácticamente la base del acantilado.

El dique tiene una orientación NE-SO y está relacionado con la actividad volcánica de la Dorsal Nororiental de la isla. El dique de Jinama es uno de los afloramientos de diques mejor conservados de El Hierro.

Este dique debe su nombre a ser un hito reconocible en el transitado Camino de Jinama que une los pueblos de San Andrés y Frontera, antigua ruta que utilizaban los habitantes del interior para llegar a El Golfo en sus cambios de domicilio estacional (verano e invierno), conocidos tradicionalmente como mudadas.



Figura 6. Autor: Consejería de Turismo, Cabildo de El Hierro.

El Garoé

Punto de acceso

La visita al Árbol Garoé está gestionada por el Centro de Interpretación del Árbol Garoé, ubicado en el Espacio Natural Protegido Paisaje de Vetejís, que se encuentra al final del sendero H-11 cuyo desvío está en el Km 8 de la carretera de San Andrés.

Este centro de interpretación explica cómo se recoge el agua gracias a las nieblas y la humedad de la zona, la entrada y visita al árbol tiene un coste de 1,50 Euros, y está abierto todos los días en horario de 10:00 a 18:00h.

El Árbol Santo o Garoé era un gran árbol, posiblemente un gran ejemplar de Til, (*Ocotea foetens*), endémico en Madeira y las Islas Canarias. Su existencia ha sido documentada como un árbol de un tronco de diámetro de más de metro y medio, que existía en El Hierro cuando llegaron los colonizadores europeos en el siglo XV. Cuentan las crónicas que las grandes hojas del Garoé eran capaces de captar y destilar el agua de las nieblas, ayudando a que se acumularan en el suelo, recogiendo en grandes oquedades hechas en torno al árbol por los bimbaches.

Las Islas Canarias carecen de agua superficial permanente, situación que provoca que la mayor parte del agua para el uso humano se extraiga del acuífero, a través de pozos y galerías excavadas de forma artificial atravesando el subsuelo insular. En el caso de El Hierro la mayoría de los depósitos que forman la roca son de naturaleza permeable lo que impide retener el agua.

El Garoé se asienta en la ladera noroccidental del gran cono de piroclastos de Vetejís, formado en las últimas etapas de la construcción del Edificio Tiñor, hace unos 880.000 años. Los piroclastos más abundantes son tamaño escorias y cenizas, estas últimas, formadas en las fases hidromagmáticas de las erupciones. También se pueden observar paleosuelos que indican pequeñas interrupciones temporales en la formación del edificio volcánico. Estos paleosuelos son altamente impermeables, localizados bajo niveles de piroclastos (lapilli y escorias) muy permeables, definiendo este perfil de suelo el sistema hidrogeológico del entorno del Garoé, situado a unos 1.000 metros sobre el nivel del mar.

Descripción

De esta forma, el agua procedente de las precipitaciones ocasionales de lluvia y de la precipitación de niebla, posibilitada por la existencia del Árbol Garoé y otros árboles y arbustos. Los vientos alisios cargados de humedad que ascienden por el barranco, se filtra en el subsuelo. Esta agua percola verticalmente entre los piroclastos existentes hasta llegar al nivel impermeable constituido por el paleosuelo, formado por arcillas rojas. En este momento, la circulación vertical del agua infiltrada se detiene y se transforma en una circulación lateral sobre el nivel impermeable, hasta que el agua alcanza la superficie del terreno o las paredes de las albercas construidas por los bimbaches en los piroclastos para recoger agua. Es de imaginar que este árbol era uno de los grandes tesoros de los Bimbaches pues aseguraba el único aporte de agua en la isla.

En 1610 los fuertes vientos arrancaron el majestuoso árbol dejando una enorme oquedad donde, posteriormente en 1949 fue plantado un joven ejemplar de til que es el que hoy podemos observar. En la actualidad se pueden visitar esas charcas o albercas que ayudaban a los antiguos habitantes de El Hierro a proveerse de agua, gracias a la presencia del Árbol Garoé. Este lugar de mística niebla casi permanente en época de lluvias acoge también parte de la historia relevante de El Hierro pues el Árbol Garoé debería haber sido aquel tesoro que salvase a El Hierro de la conquista, pero el amor entre un castellano y una bimbache hizo que ésta desvelase el secreto del agua, condenando a los suyos al yugo de la corona.



Figura 7 y 8. Autor: Consejería de Turismo, Cabildo de El Hierro.

El Bajón

Punto de acceso

Para poder acceder a este punto de interés geológico submarino se necesita contratar los servicios de alguno de los centros de buceo de la isla. Situado en el extremo sur de El Hierro, dentro de la Reserva Marina La Restinga-Mar de las Calmas, frente al pueblo pesquero de La Restinga. Este punto es una baja con dos montículos a 9 metros de profundidad que presenta unas paredes que descienden hasta gran profundidad.

Descripción

Este demandado punto de buceo es una de las inmersiones más bellas que se pueden realizar en El Mar de las Calmas, no solo por la riqueza en especies marinas, sino también por su particular geología. El Bajón hace referencia a un cono de piroclastos basálticos (materiales de caída: picón, escorias) muy erosionado, de modo que solo se conserva parte de uno de sus flancos, el meridional.

Al realizar la inmersión se puede ver un promontorio con dos jorobas de roca unidas por un canal hundido a 15 metros. Esta depresión conserva una cavidad casi circular (el mal llamado "cráter" por los submarinistas) de cuatro metros de diámetro, seguramente formado por la erosión marina cuando el nivel del mar era menor. Hay una pequeña plataforma a 20 metros y desde aquí la pared se hunde verticalmente pudiendo llegar a más de 100 metros de profundidad.

El volcán que originó la zona de inmersión de El Bajón no fue un volcán submarino como muchos podrían pensar. La presencia de materiales piroclásticos propios de las erupciones estrombolianas-vulcanianas demuestran que esta actividad eruptiva tuvo lugar en una época en la que el nivel del mar se encontraba por debajo del nivel actual.

El Bajón muestra los depósitos piroclásticos, pero no deja señales de la ubicación del centro eruptivo que las emitió. Debido a su localización al sur de La Restinga se relaciona con la actividad magmática de la dorsal sur de la isla, cuando esta zona estaba por encima del nivel del mar durante la última glaciación, coincidiendo con la formación de las últimas fases del vulcanismo en la dorsal producidas durante la última glaciación (~20 ka).



Figura 9 y 10. Autor: Consejería de Turismo, Cabildo de El Hierro.

Arcos de piedra costeros (Puntas de Gutiérrez)

Punto de acceso

El Arco de la Tosca se encuentra en el extremo occidental de El Hierro, en el municipio de La Frontera, en la cara norte de la isla. Llegar desde Valverde te llevará poco más de 40 minutos en coche. Tendrás que dar la vuelta a casi media isla en sentido antihorario, primero a través de la HI-5 en dirección Frontera, y posteriormente por la HI-550 en dirección Sabino-sa. Pasado el cruce para subir al pueblo apenas restan 4 kilómetros de recorrido.

El acceso se realiza a través de una pista que sale de la carretera hacia la derecha, y que no está señalizada

Descripción

El entorno de las Puntas de Gutiérrez y el Arco de la Tosca es uno de los lugares más sugerentes de la costa herreña. En este tramo de costa se pueden observar pequeños acantilados labrados por el mar, entre la Hoya del Verodal y la Punta de la Dehesa, sobre coladas de lava que proceden de la erupción del Roque de Bascos, volcán vinculado a la actividad de la dorsal occidental de la isla.

A lo largo de estos acantilados se pueden diferenciar claros ejemplos de la estructura interna de las coladas de lava basáltica, comúnmente llamadas "columnas", generadas a partir de la disyunción columnar en el basalto. Estas estructuras columnares se producen por la contracción que sufre la colada al enfriarse tras solidificarse al final del proceso eruptivo. La contracción de la lava al enfriarse produce fracturas verticales, perpendiculares al techo y a la base de la colada.

El proceso que explica la formación del Arco de la Tosca, un curioso puente de piedra que une dos importantes salientes o "puntas" de la costa, requiere prestar atención al aspecto de las coladas basálticas que aparecen en esta costa y las cuevas que se forman. Se puede observar que en la parte baja aparecen columnas muy apretadas, de base hexagonal o cuadrada, que pasan, a través de una entabladura en la parte media (zona donde desaparecen las columnas) a unas columnas superiores más grandes, también de base cuadrada o hexagonal. Por encima de éstas últimas, la colada se encuentra muy fragmentada y tiene una superficie muy irregular, típica de un malpaís.

Con el transcurso del tiempo, parte de las columnas inferiores sufrieron procesos de erosión por la acción del mar, creando grietas que se fueron agrandando hasta convertirse en cuevas que terminaron por desaparecer. Sin embargo, la zona de unión y las columnas superiores se mantienen en pie como claves de arco, dando lugar a verdaderos túneles que penetran.



Figura 11. Autor: Consejería de Turismo, Cabildo de El Hierro.

El Lajial

Punto de acceso

Para observar el Lajial podemos ir al centro vulcanológico del Geoparque de El Hierro, localizado en el municipio de El Pinar en la carretera HI-4 entre los pueblos de El Pinar y La Restinga.

Descripción

En El Hierro, a los campos de lavas se les denomina "lajiales". El que aparece aquí, forma parte de un extenso campo lávico cuyo origen es el conjunto volcánico Montaña de El Julan – Corona de El Lajial, asociado a una fisura de 1.200 metros de longitud, con dirección NNO- SSE. Las erupciones ocurrieron hace pocos miles de años (menos de 20.000) y las coladas se extienden hacia el sur, hasta llegar a la costa, formando una plataforma lávica.

Pero la importancia de este afloramiento volcánico radica en la diversidad de formas volcánicas asociadas (conos de cinder, coneletes de escorias, hornitos, lagos de lava, hundimientos, cascadas de lavas, lajiales, coladas aa, etc.), destacando los paisajes de lavas pahoehoe que presenta, los cuales son de los más emblemáticos de Canarias.

En este lajial es posible contemplar tránsitos entre coladas pahoehoe o lavas cordadas a malpaíses, pues no hay diferencia en la composición de estas dos formas, y un mismo flujo puede comenzar como pahoehoe y cambiar a aa a medida que pierde calor y gas y comienza a cristalizar, lo que provoca un aumento de la viscosidad. Así pues, se pueden observar distintas morfologías:

- Cuando la colada discurre por una suave pendiente, la superficie de las lavas cordadas (pahoehoe) es continua y se caracteriza por la aparición de numerosos pliegues y arrugas que nos hablan de la gran fluidez que tenía el magma que las originó. Estas formas superficiales recuerdan a hatillos de sogas o cuerdas que dan nombre a este tipo de coladas, lavas cordadas.
- En otras ocasiones, la superficie de las coladas recuerda los intestinos de un animal, por lo que también se las conoce como lavas "en tripas". La baja viscosidad del magma y la pequeña inclinación de la pendiente por la que se movieron hicieron que los derrames se extendieran por una gran superficie.
- Los flujos que descienden por pendientes pronunciadas o que fluyen muy rápidamente suelen acelerar la transición de pahoehoe a aa (de cordadas a malpaís) por un aumento en su viscosidad o disminución en la temperatura. Una superficie rocosa se desarrolla cuando la lava que se enfría en la superficie de un flujo pahoehoe, y es empujada hacia pliegues por la lava en movimiento que hay justo debajo de la piel superior, observándose bloques o lavas fragmentadas.
- En el extenso campo lávico también son frecuentes los malpaíses, los hornitos, las cascadas de lava, los túmulos de presión, los canales lávicos, los tubos volcánicos y los "jameos".

Descripción

Como dato curioso, las referencias de lavas pahoehoe y lavas aa, son nombres que provienen de términos polinesios, pues se describieron por primera vez en Hawái y se refieren al aspecto de la superficie del mar. Así pues, flujos de superficie lisa se llaman pahoehoe, que en castellano nos referimos a ellas como lavas cordadas, debido a la aparición de numerosos pliegues y arrugas que nos recuerdan a las cuerdas. Por otro lado las lavas de superficie rugosa, áspera o dentada, se llaman aa que significa "mar barrido por el viento" y en Canarias se identifica como malpaís.



Figura 12. Autor: Juan Ramón Marcelino.

El Julan

Punto de acceso

Para acceder al Julan hay que ir al centro de interpretación, situado en la carretera de El Julan; las rutas por la zona arqueológica son limitadas y se organizan desde el centro de interpretación. Se realiza una ruta en jeep, de máximo 8 personas y salida programada para las 9:00 horas; y una ruta mixta (ida a pie y vuelta en coche) de máximo 7 personas y salida programada para las 8:00 horas. La apertura del centro es: lunes de 09:00 h a 17:00 h y de martes a domingo de 10:00 h a 18:00 h y es necesario reservar con antelación, o bien se puede disfrutar de las vistas desde el mismo centro de interpretación. (teléfono: 922 55 84 23; email: eljulan@gmail.com)

Descripción

El Julan es el tercer gran deslizamiento de la isla de El Hierro, datado hace 160.000 años aproximadamente, y determina la parte suroeste de la geometría de tres brazos de la isla. Se trata de una unidad geológica-geomorfológica de grandes dimensiones en forma de semiarco abierta al suroeste de unos 18 kilómetros de longitud desde Orchilla a La Restinga.

Este gran deslizamiento afectó al edificio volcánico que formaba la isla por entonces, el edificio El Golfo-Las Playas y a las dorsales occidentales y meridionales, debido a la inestabilidad de las laderas por un crecimiento rápido del edificio volcánico y por el empuje de la actividad intrusiva de estos volcanes hasta un punto en el que colapsan lateralmente, y probablemente de forma catastrófica.

El relleno y recubrimiento de la cicatriz del deslizamiento se produjo por el apilamiento de lavas que descienden a favor de la pendiente hacia el mar desde conos volcánicos ubicados a mayor altitud en la zona de rift del noroeste y numerosos barrancos, que se disponen paralelos unos a otros desde la cima a la costa. Así pues, este relleno ha cubierto la pared vertical que se puede observar en los demás megadeslizamientos en El Hierro. La costa está acantilada y solo en algunos puntos concretos las lavas han saltado el cantil generando pequeñas islas bajas.

El nombre de El Julan procede de una planta conocida como Julan o Julia (*Ferula linkii*) muy común en Madeira y Canarias. Otro punto relevante del Julan y significativo para el concepto de Geoparque, es la interacción entre la historia antropológica y la historia geológica, como muestran los grabados presentados por los bimbaches (primeros pobladores de El Hierro) utilizando los lagos de lava cordadas para realizar marcas o grabados rupestres, con caracteres alfabéticos líbico-beréberes, conocidos como Los Letreros o Los Números, situados sobre una colada de lava, formados por una amplia gama de figuras con morfologías simples y complejas, las huellas de pie.

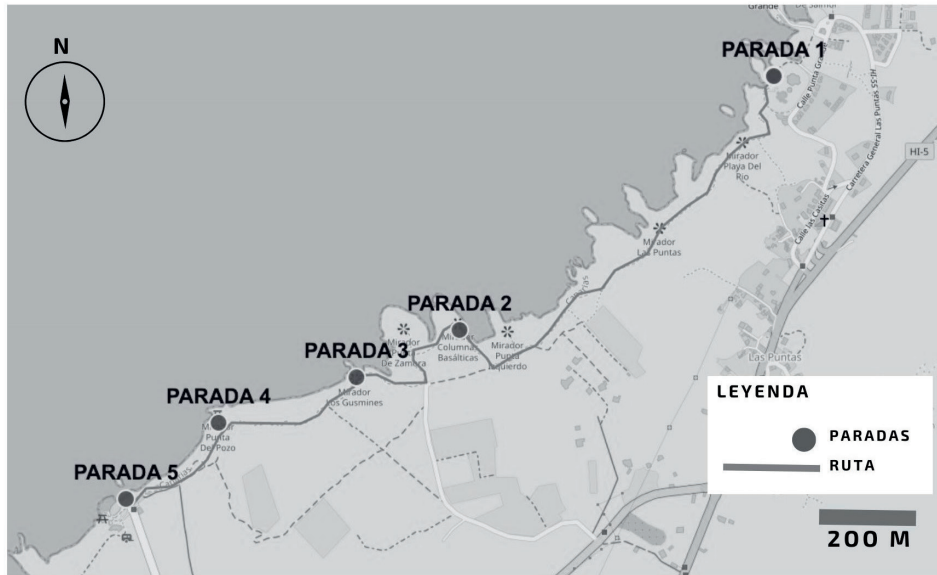
Este yacimiento cuenta además con varios concheros en los que se amontonan los caparazones de diversos moluscos y la presencia de los restos de cabañas circulares de piedra, estructuras pétreas semicirculares —denominadas goronas— que han sido interpretadas como refugios pastoriles. Además de una construcción circular de piedra conocida como el tagoror, cuyo uso se asocia a celebraciones de asambleas de carácter sociopolítico, festivo o ritual.



Figura 13. Autor: Juan Ramón Marcelino.

9.5. RUTA A PIE: CAMINO DE LAS PUNTAS A LA MACETA (3 KM)

● **Descripción:** Paseo por la línea de costa en el que se puede disfrutar de un increíble entorno marino, en el que el primer actor de acción son las olas y la erosión costera que se genera. Se podrán entender las estructuras y formaciones que la acción del mar produce sobre las plataformas de lava litoral e identificar las estructuras que se observan en la pared de El Golfo, entendiendo los procesos geológicos que le dieron origen.



● **Parada 1: Dinámica costera, cuevas y sifones:** A lo largo de toda la costa podemos observar diversas coladas de lava que se han formado, por acumulación de plataformas marinas, ganando terreno al mar. Estas plataformas en su mayoría formadas por secuencias de coladas muy erosionadas de lavas *aa*, donde se puede distinguir una disyunción columnar muy marcada y diferenciada en dos o más niveles separados por una entabladura o nivel de unión. Estos niveles sufren una erosión marina provocada, especialmente por el oleaje, provocan numerosas grietas u oquedades. Si la erosión continua, estas coladas de lavas apiladas, especialmente las columnas inferiores pueden desaparecer, sin embargo, la entabladura de

mayor dureza y las columnas superiores, se mantienen en pie a modo de dovelas centrales o claves de arco, dando lugar a pequeñas cuevas que, con el tiempo, dan lugar a verdaderos túneles o arcos que penetran hacia el interior de la isla decenas de metros.

● **Parada 2. Disyunción columnar:** A lo largo de los acantilados se puede diferenciar una estructura vertical de estas coladas basálticas, comúnmente llamadas columnas de basalto o disyunción columnar. Estas estructuras columnares se producen por la contracción que sufre la colada al enfriarse tras solidificarse al final del proceso eruptivo. La contracción produce fracturas verticales, perpendiculares al techo y a la base de la colada (superficies de máximo enfriamiento) que se cruzan a 90° o 120° originando esas estructuras hexagonales o cuadradas.

● **Parada 3. Dinámica costera - Fuerza erosiva:** En esta zona de la costa podemos observar coladas de lavas *aa* pertenecientes a las erupciones más recientes que rellenaron el deslizamiento del Golfo. Estos flujos de colada se identifican como las lavas *aa* o malpaís que se caracteriza por costras superficiales y basales autobrechificadas, y un interior coherente que suele denominarse núcleo. Los flujos de *aa* suelen tener un espesor de 0,5 a 20 metros y, en afloramiento, se caracterizan por un núcleo coherente intercalado entre dos capas de brecha. Los flujos que descienden por pendientes pronunciadas o que fluyen muy rápidamente, suelen acelerar la transición de *pahoehoe* a "*aa*" (de cordadas a malpaís) por un aumento en su viscosidad o disminución en la temperatura, y suelen localizarse en las secciones más alejadas de los campos de lava.

● **Parada 4. Vista a la pared de El Golfo:** Desde aquí se puede observar la pared creada por el impactante fenómeno geológico del deslizamiento de El Golfo. Se pueden observar las verticales paredes atravesadas por los numerosos diques que se fueron inyectando en el antiguo edificio volcánico de El Golfo y que alimentaron distintos volcanes que formaban este edificio volcánico antes del deslizamiento. Los diques están íntimamente relacionados con los procesos eruptivos, ya que son formaciones intrusivas verticales, con espesores variantes, en el caso de El Hierro entre 0,5 y 7 metros. Estas intrusiones de magma suelen producirse a favor de las fracturas distensivas (fracturas generadas por reducción de la tensión compresiva), atravesando las capas o cuerpos rocosos preexistentes (luego, el

dique es más joven que la roca que atraviesa). A lo largo de toda la pared se observan diques que explican la migración del magma a la superficie, llegando en ocasiones a estar alimentando los conductos magmáticos de los cráteres de los edificios volcánicos. A su vez, se pueden observar diques que no han aflorado a la superficie y se han quedado a mitad de pared.

El Golfo se trata de uno de los megadeslizamientos más recientes en Canarias, por lo que está muy bien conservado, ya que la acción de la erosión no ha tenido mucho tiempo para actuar y modificar su aspecto. En este caso, el deslizamiento dio lugar a un valle de 15 kilómetros de ancho y 5 kilómetros de profundidad, moviendo 318 kilómetros cúbicos de materiales al caer el flanco Noroccidental del edificio El Golfo-Las Playas, depositando todo en el fondo marino y dejando unos escarpes con paredes descomunales de 1.500 metros de altura (ej. El mirador de Malpaso).

● **Parada 5. Formación de roques o islotes:** El origen de todas estas formas litorales puede explicarse por un proceso de erosión marina de las plataformas lávicas o isla baja que amplió la zona de la costa, generando unas estructuras y formas únicas, singulares y llamativas para el ojo humano, aportando una riqueza paisajística y estética al lugar. Este proceso se inicia cuando partimos de una costa más o menos recta instalada en coladas basálticas con una disyunción columnar muy marcada y diferenciada en dos niveles separados por una entabladura. Con la erosión marina, provocada, especialmente por el oleaje, parte de las columnas inferiores son erosionadas, sin embargo, la entabladura y las columnas superiores, a modo de dovelas centrales o claves de arco se mantienen en pie, dando lugar a pequeñas cuevas que, con el tiempo, dan lugar a verdaderos túneles que penetran decenas de metros hacia el interior de la isla. El posterior colapso parcial de estos túneles da lugar, en primer lugar, a fisuras perpendiculares a la costa y, posteriormente a la formación de roques de piedra que son paralelos a la línea de costa, y que se pueden observar en distintas localizaciones a lo largo del paseo de las Puntas-La Maceta.

9.6. RUTA EN COCHE: GEOZONA DE ORCHILLA

Esta ruta tiene ocho paradas y una distancia total de 9,5 km dividida en dos partes. El itinerario principal discurre por la carretera HI-503, desde La Montaña hacia la ermita de la Virgen de Los Reyes en La Dehesa y continúa por un desvío hacia la Loma de Orchilla, y hacia el Faro de Orchilla durante 6,5 km. El itinerario secundario se desvía en la parada 5 del volcán de Orchilla por la pista HI-504 y se dirige hacia el Monumento Cero. Se trata de un recorrido de ida y vuelta de unos 3 km. La máxima elevación es de 464 m en la parada 1 y la mínima de 0 m en la parada 8, que es el embarcadero de La Laja de Orchilla.

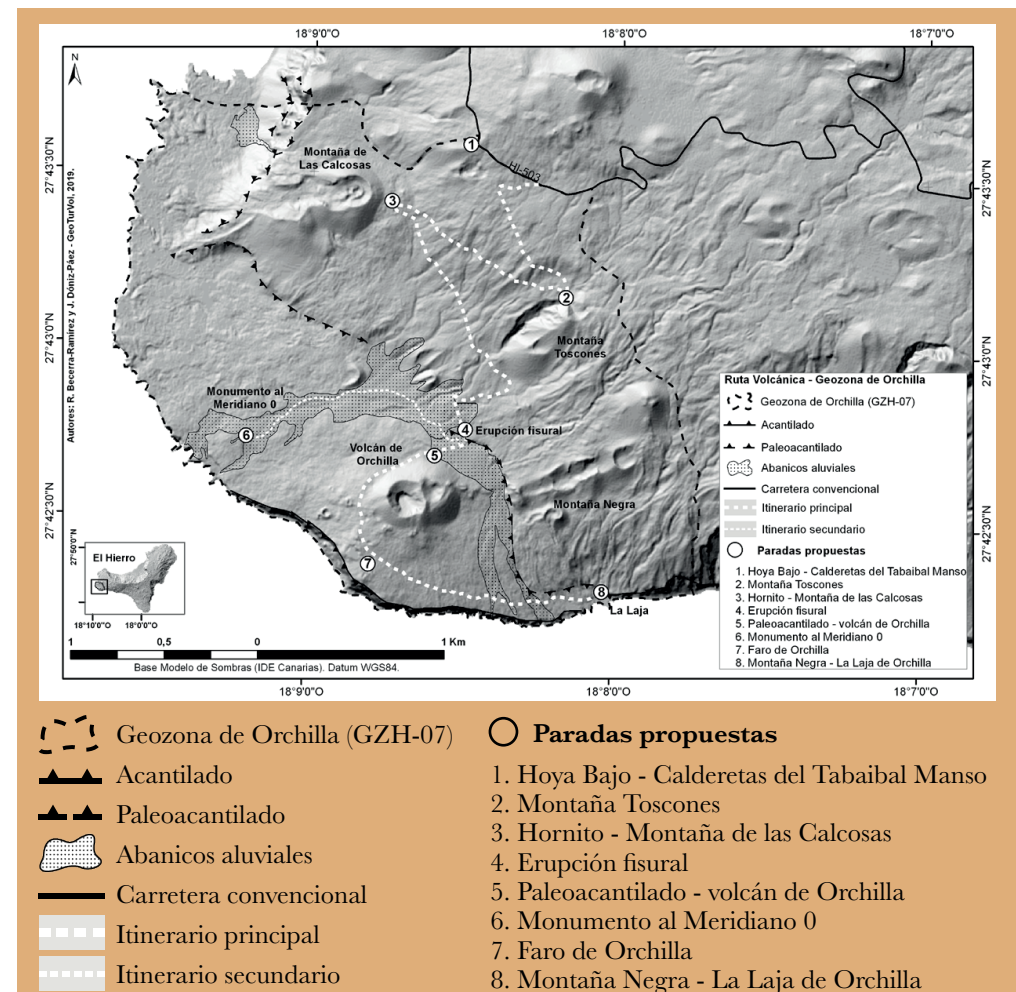


Figura 2. Localización de la ruta en coche propuesta: Geozona de Orchilla.

● **Parada 1. Hoya Bajo – Caldereta del Tabaibal Manso:** En este punto se puede observar el vulcanismo más reciente de la isla, como muestran los lajiales y la presencia de numerosos matorrales costeros propios del lajial, además de varias canteras que se han utilizado para la obtención de materiales de construcción.

● **Parada 2. Volcán Montaña Toscones:** La diversidad de esta carretera está asociada a la presencia de uno de los mejores ejemplos de vulcanismo magmático basáltico monogénico reciente en el Geoparque, donde se pueden identificar diferentes tipos de edificios volcánicos (conos de ceniza, conos de salpicadura, hornitos, etc.) construidos por lapilli, salpicaduras, lavas, bombas, etc., y con formas variadas (conos en forma de anillo, de herradura, múltiples conos escoria, volcán sin cráter, etc.), espectaculares campos de lava con morfologías de *pahoehoe*, *aa* y en bloque, además de canales de lava y bolas de acreción.

● **Parada 3. Hornito – Volcán Montaña Calcosas:** Numerosas estructuras volcánicas como los cráteres, las coladas de lava o conos de ceniza-escoria anidados, hornitos y conos de salpicadura presiden el paisaje junto con el reino vegetal muy escaso en esta zona, donde destacan arbustos de vinagrera o calcosa (*Rumex lunaria*) y la tabaiba amarga (*Euphorbia lamarckii*).

● **Parada 4. Fisura Eruptiva:** En este punto además de las formas volcánicas, otras morfologías, como acantilados, se puede observar la erupción fisural que dio lugar al Volcán de Montaña Negra y todas sus coladas correspondientes y otras morfologías como hornitos, lavas *pahoehoe*, tubos, jameos y canales, lapilli, etc.

● **Parada 5. Paleoacantilado – Volcán de Orchilla:** A lo largo de este trayecto se ve la ruptura de taludes, cono de ceniza-escoria, conos de salpicadura, hornitos, coluviones, abanicos aluviales, vegetación rupícola sobre lavas recientes, además de los yacimientos de abanicos aluviales, situados a lo largo de la carretera.

● **Parada 6. Monumento a El Meridiano Cero:** Antiguo meridiano cero, que nos localizaba como el punto más meridional de Europa y a partir del cual se tomaba referencias para la creación de mapas y cartas náuticas. En 1795 fue trasladado a Greenwich, en Inglaterra. Este punto es especialmente interesante pues aún el patrimonio cultural asociado con el patrimonio volcánico, a través de la utilización de los tubos volcánicos y jameos (cuevas volcánicas) por la población para residencias o cabañas ganaderas, canteras para la extracción de lapilli, diversas infraestructuras asociadas al uso de agua, y el Monumento al Meridiano Cero, un icono turístico de El Hierro, al igual que el Faro de Orchilla.

● **Parada 7. Faro de Orchilla:** Imprescindible parar en el Faro construido entre 1924 y 1933, donde podemos ver el corte de colada de lavas situadas detrás del faro perteneciente a la Montaña de la Orchilla, en las cuales se pueden observar abundante presencia de piroxenos y olivinos, caracterizando a estas coladas como de composición ankaramítica. Estas lavas de alta densidad muestran agrupaciones cristalinas típicas de una alta profundidad, que son el resultado de la descompresión causada por el colapso de El Golfo que permiten a magmas más densos de alta profundidad, ascender rápidamente hasta la superficie.

● **Parada 8. Volcán de Montaña Negra – La Laja de Orchilla:** En este punto se puede observar toda la costa rocosa y plataforma de abrasión costera actual y el paleoacantilado localizado en un poco en altura que nos indica hasta donde llegó el mar antes de la última glaciación. También cabe destacar las impresionantes vistas panorámicas de toda la zona de El Julan, uno de los cuatro desprendimientos gigantes de El Hierro.

04

**Los retos
actuales y futuros****Retos actuales y futuros para
los territorios de alto valor
geológico. De la preservación
al uso responsable.**

Cayetano Guillén Martín y
Miguel Francisco Febles Ramírez

Capítulo 10

Las *Islas Canarias* albergan un importante patrimonio natural que se refleja en la diversidad de ecosistemas locales y sus paisajes, en la mayoría de los cuales sus rasgos geológicos y geomorfológicos adquieren un valor muy significativo. Para proteger este patrimonio natural, un alto porcentaje del territorio de Canarias se encuentra actualmente bajo la protección de alguna de las distintas categorías de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos, así como por alguna de las figuras de la Red Natura 2000.

El reconocimiento internacional del patrimonio natural del Archipiélago viene avalado por la inclusión de dos de sus enclaves más singulares en la *Lista del Patrimonio Mundial*, así como por la declaración de otros siete territorios como Reservas de la Biosfera, dos de las cuales son, además, Geoparques Mundiales de la UNESCO.

En el ámbito nacional, en España, los Espacios Naturales Protegidos están definidos y regulados por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que los agrupa en tres grandes categorías; Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y espacios protegidos por instrumentos internacionales, en cuyo contexto se engloban los Geoparques. No obstante, actualmente gran parte de las competencias en materia de protección del territorio y del patrimonio natural en España están delegadas en las Comunidades Autónomas, incluyendo competencias en materia de ejecución normativa, así como de gestión territorial y protección del medio ambiente.

La principal herramienta jurídica desarrollada a nivel regional para favorecer el desarrollo sostenible de las islas, así como el uso responsable de sus recursos naturales y territoriales, es la Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo

y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias. Esta ley pretende facilitar la realización de actividades económicas y sociales en determinados espacios considerados aptos para su desarrollo o recuperación, sin perjuicio de mantener la protección y conservación de espacios y territorios de gran valor natural. Parte de los principios fundamentales que la inspiran apuntan directamente a la geodiversidad local como parte esencial de los recursos naturales de Canarias, de su paisaje y del patrimonio cultural de una sociedad muy vinculada a su territorio.

El equilibrio que persigue esta Ley se basa en tratar de facilitar la actividad económica y social en un territorio apto para estas actividades, manteniendo la protección y garantizando la conservación de los espacios y territorios de mayor singularidad, ya sea por sus valores naturales —Espacios Naturales Protegidos y muchas de las categorías del suelo rústico— o porque garantizan la sostenibilidad de las iniciativas de desarrollo —homogeneidad del paisaje urbano, consolidación y protección de los paisajes de interés turístico—.

A escala insular, los cabildos constituyen un componente clave a la hora de vigilar, gestionar y mantener muchos de los bienes del patrimonio natural local. Además, para iniciativas como la consecución del reconocimiento de los Geoparques Mundiales de la Unesco existentes en Canarias, los cabildos insulares han sido elementos esenciales para la promoción y consolidación de estas figuras. Esta administración insular cuenta con un importante reconocimiento, lo que la convierte en una de las principales herramienta de la administración pública para impulsar estrategias que favorezcan la coherencia territorial y las estrategias de desarrollo sostenible. En la mayoría de los casos, este papel aglutinador facilita las sinergias y la optimización de recursos, así como la coherencia de las actuaciones previstas entre las administraciones con competencias sobre el territorio de Canarias. Esto también es aplicable a la superficie total protegida del Archipiélago que en la actualidad representa el 40.6% del su superficie total. Para islas como El Hierro y Lanzarote —incluyendo también el Archipiélago Chinijo— el porcentaje de territorio incluido en alguna de las figuras que integran la Red Natura 2000 o la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos asciende a valores de 58% y 43 % respectivamente.

Es importante reseñar que los Geoparques, sin constituir por sí mismas figuras determinantes sobre la ordenación del territorio, constituyen herramientas fundamentales para contribuir a la preservación del patrimonio geológico y geomorfológico de Canarias. Además, son actualmente instrumentos fundamentales para la promoción de acciones encaminadas a favorecer el desarrollo sostenible desde la preservación y puesta en valor del patrimonio geológico local. Para contribuir al logro de sus objetivos resulta fundamental el trabajo en red y el establecimiento de espacios para la colaboración entre territorios que afrontan retos similares, desde el reconocimiento a sus propias singularidades. Para ayudar a definir las pautas esenciales de las estrategias locales de cada Geoparque, estos cuentan con estrategias de gestión que se actualizan cada cuatro años y que se materializan anualmente a través de sus Planes de Acción. Estos documentos aspiran a ser elaborados de forma participada, a través de procesos en los que participa la comunidad local, incluyendo propuestas de acción procedentes de distintos ámbitos y colectivos. Entre otras muchas acciones, en estas estrategias se incluyen medidas que contribuyan al logro de los objetivos y expectativas de la Red Mundial de Geoparques y que aporten también al logro de objetivos locales de desarrollo sostenible, fomento de la geoconservación e impulso del geoturismo. Estos tres aspectos, son en sí mismos líneas de trabajo comunes a cualquier territorio que cuente con este tipo de reconocimiento, por lo que contribuyen a determinar algunos de los principales retos a los que se enfrentan los Geoparques Mundiales de la Unesco, independientemente de su naturaleza o localización:

Garantizar la preservación del patrimonio geológico y geomorfológico de sus territorios.

La figura de los Geoparques se encuentra estrechamente vinculada a la preservación de los valores naturales y culturales que se asocian a la naturaleza geológica de un territorio concreto. Los Geoparques de Canarias tienen una amplia experiencia en iniciativas de geoconservación, que se aplican en sus territorios incluso con anterioridad a sus propias declaraciones UNESCO. Hasta la fecha, estas actuaciones se han llevado a cabo principalmente mediante iniciativas de intervención directa a través de instituciones y administraciones públicas con competencias en conservación ambiental y gestión territorial. Estas actuaciones se pueden dividir en aquellas dirigidas a la identifi-

cación y mejora del conocimiento del patrimonio geológico local, las dirigidas a la conservación directa de los elementos físicos que forman parte del patrimonio geológico local, y las dirigidas a mejorar el control de los usos y el seguimiento de la afección a los espacios de alto valor geológico de ambos Geoparques. Estas acciones pueden articularse a partir de las siguientes cuatro líneas de acción:

- Mejorar el conocimiento del patrimonio geológico local.
- Actuaciones para la preservación física del patrimonio geológico local, así como de las unidades territoriales y paisajísticas en las que se integra.
- Concienciación de la población como elemento clave para la conservación del patrimonio geológico.
- Acciones de control de uso y seguimiento de impactos en zonas de alto valor geológico.

El conjunto de estas acciones tienen como base común la mejora del conocimiento científico asociado a los valores naturales y culturales de cada Geoparque. Esta necesidad de mejora de la información referente a aspectos básicos de la realidad local justifica la búsqueda de colaboraciones con instituciones académicas y centros de investigación en distintas disciplinas, que aportan con sus trabajos un recurso fundamental para la mejora de la gestión de los Geoparques Mundiales de la UNESCO, así como del logro de sus objetivos. En este sentido, los Geoparques se constituyen a modo de laboratorios activos en los que contribuir a hacer avanzar la ciencia.

Favorecer sociedades más conscientes de sus riesgos geológicos y territorios más eficientes en la gestión de estas amenazas.

En territorios volcánicamente activos como los de Lanzarote o El Hierro, cobra especial sentido la aportación de los Geoparques a la mejora del conocimiento de la naturaleza geológica y de las dinámicas y procesos que de forma espontánea se desencadenan asociadas al volcanismo. Este reto constituye una línea de trabajo consolidada en los Geoparques de Canarias, con la que se pretende contribuir al logro de comunidades locales mejor preparadas frente a este tipo de amenazas.

A escala global, son muchos los Geoparques Mundiales de la UNESCO que realizan una importante labor de sensibilización sobre riesgos geológicos, como volcanes, terremotos y tsunamis. Asimismo, muchos de ellos contribuyen a desarrollar estrategias locales que permiten mitigar los efectos de dichos riesgos. Para contribuir al logro de este objetivo, los Geoparques organizan actividades para las poblaciones locales y los visitantes con el fin de proporcionarles información sobre la fuente de estos riesgos geológicos, así como diversas maneras de reducir su impacto, entre las que se encuentran distintas estrategias de respuesta a desastres de origen natural. Todos estos esfuerzos contribuyen a crear una capacidad de respuesta y a desarrollar comunidades más preparadas, que cuentan con los conocimientos y las habilidades necesarias para responder eficazmente a posibles amenazas de origen geológico.

Contribuir a los procesos locales de adaptación al cambio climático.

Los territorios de los Geoparques han registrado en el pasado distintos cambios climáticos que dejaron su huella en sus rasgos geológicos y paisajísticos. Para el caso de Canarias, esta impronta de los climas del pasado es especialmente significativa en sus costas. Los territorios Geoparque son, por tanto, espacios especialmente adecuados para realizar una importante labor educativa sobre el proceso de cambio climático actual. Estas actividades y proyectos de carácter educativo y comunitario presentan una gran importancia a la hora de sensibilizar a la población sobre los posibles efectos del cambio climático en la zona. Además, aportan a las comunidades locales los conocimientos necesarios para disminuir las posibles repercusiones del cambio climático y adaptarse a ellas.

Los Geoparques son también espacios desde los que fomentar sociedades y actividades económicas con menores huellas de carbono, favoreciendo iniciativas y proyectos de desarrollo sostenible basados en la innovación y la gestión y uso responsable de sus valores medioambientales.

● **Impulsar estrategias de desarrollo territorial basadas en la puesta en valor del patrimonio geológico local.**

Según criterios de la propia UNESCO, «aunque una zona cuente con un patrimonio geológico excepcional, de renombre mundial y con un gran valor universal, solo podrá ser designada como Geoparque Mundial de la UNESCO si propone un plan de desarrollo sostenible para la población local». En la mayoría de los casos, estas estrategias de desarrollo suelen estar apoyadas en el turismo sostenible, y en actividades de ocio y recreativas a realizar en la naturaleza, siempre que éstas puedan ser consideradas compatibles. En esta línea surgen iniciativas de “geoturismo”, “turismo verde”, “turismo rural” y “turismo activo”, que encuentran en estos contextos territoriales espacios privilegiados para su desarrollo.

El conocimiento del patrimonio geológico permite una adecuada valorización como recurso y poder profundizar en la implantación de actividades económicas sustentables para el desarrollo del territorio insular como, por ejemplo, la mejora en técnicas de captación de agua o el aprovechamiento de recursos renovables como la energía geotérmica.

Por otra parte, esta necesidad de crear oportunidades a partir de la puesta en valor del patrimonio geológico local también debe orientarse a la colaboración con la población local, respetuosa con su modo de vida y actividades económicas tradicionales, para la preservación y la puesta en valor de las mismas, así como para la creación de productos y servicios diferenciados e identificables bajo la marca “Geoparque”.

● **Fomentar el geoturismo como estrategia válida para generar economía sostenible en territorios de elevado valor en su patrimonio geológico, geomorfológico y paisajístico.**

Desde mediados de la década de 1960, y especialmente a partir de la de 1970, Canarias puede ser considerado un destino turístico consolidado que acoge, año tras año, un gran número de turistas.

A pesar de que la principal oferta de las islas se basa en el tradicional modelo turístico de «sol y playa», la singular geología del archipiélago supone una importante oportunidad para dar a conocer otras opciones de ocio. Una

oferta turística complementaria vinculada a «experiencias» asociadas a los valores geológicos, geomorfológicos, paisajísticos y culturales que pueden hacer de Canarias un destino turístico de especial singularidad. Desde los geoparques se apuesta por introducir matices en el modelo turístico tradicional, que permiten diversificar la oferta a través de alternativas innovadoras —a veces únicas— que aporten nuevas experiencias, incluso en destinos ya consolidados. El geoturismo, a pesar de ser una idea novedosa, se practica en España y en el mundo fundamentalmente a través de la Red Mundial de Geoparques. Este tipo de productos de interés turístico consisten en la interpretación y difusión de la geodiversidad mediante la identificación de lugares, zonas y/o elementos de interés geológico y la propuesta de itinerarios geoturísticos.



Geodiversidad y geoconservación en Canarias

Juan Jesús Coello Bravo

Capítulo 11

11.1 LA GEOCONSERVACIÓN: UN NUEVO NOMBRE PARA UNA ANTIGUA PRÁCTICA

En consonancia con la evolución de las ideas y demandas sociales, en las últimas dos décadas la ciencia de la Geología ha adoptado las actividades conservacionistas como uno de sus principales campos de aplicación. La conservación de la gea se concibe y practica actualmente desde un enfoque mucho más amplio del que tenía la geología ambiental, ocupada casi exclusivamente en los riesgos geológicos y los procesos de contaminación de aguas, suelos y atmósfera por las actividades humanas. Ahora, los elementos geológicos se consideran una parte integral del medio natural, valiosos no solo como suministradores de servicios ecológicos o ambientales a los seres vivos, sino como testigos irremplazables de la historia del planeta Tierra. Es decir, como integrantes de un patrimonio natural, el patrimonio geológico, definido como “el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural o educativo, que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida”.

Uno de los nuevos términos acuñados por este nuevo campo de estudio y aplicación de la Geología es el de geoconservación. La geoconservación se define como el conjunto de técnicas, medidas y acciones destinadas a mantener o recuperar el estado natural del patrimonio geológico, y también a la corriente de pensamiento y opinión que aboga por la puesta en marcha de estas acciones de conservación (Carcavilla 2012). Su objetivo no es solo mantener el buen estado del patrimonio geológico, sino respetar su evolución natural. La geoconservación es una de las muchas tareas que constituyen la moderna gestión ambiental.

La geoconservación tomó carta de naturaleza en el Primer Symposium Internacional sobre la Protección del Patrimonio Geológico, organizado por la Société géologique de Francia y celebrado en Digne les Bains (Alpes de Alta Provenza) en junio de 1991. En él se firmó la Declaración Internacional de los Derechos de la Memoria de la Tierra, que insta a las autoridades internacionales y nacionales a tener en cuenta un nuevo patrimonio, el patrimonio geológico, y a tomar medidas efectivas para su conservación.

Sin embargo, las prácticas geoconservacionistas tienen precedentes más antiguos. De hecho, la geología estuvo directamente implicada en las primeras iniciativas institucionales dedicadas a la conservación de la naturaleza. Por poner un ejemplo, la expedición gubernamental del geólogo Ferdinand Vandiveer Hayden a Yellowstone en 1871 provocó un gran interés público; las opiniones, artículos e informes de Hayden sobre los destacados valores de la gea de esa región de Wyoming y Montana (USA) y la necesidad de preservarlos para las futuras generaciones, tuvieron gran influencia en su declaración como primer parque nacional del mundo en marzo de 1872.

En Europa hay casos de conservación muy temprana de bloques erráticos (grandes rocas transportadas por el hielo de antiguos glaciares, hoy desparecidos) en varios países, incluyendo la protección de uno de ellos en Neuchâtel (Suiza) en 1838. Se conocen algunos ejemplos conservacionistas de elementos de la gea, en concreto de ciertas grutas, todavía más antiguos, anteriores incluso a la introducción del término monumento natural por Alexander von Humboldt en 1818. Ya en nuestro país, la geología también tuvo una importante presencia en los primeros esfuerzos conservacionistas; es el caso del profesor Eduardo Hernández-Pachecho, considerado uno de los fundadores de la geología en España. Hernández-Pachecho fue nombrado vocal de la Junta Central de Parques Nacionales, creada al año siguiente de la promulgación, en 1916, de la Ley de Parques Nacionales impulsada por Pedro Pidal. En ella, orientó su labor a la protección efectiva de los tres elementos fundamentales del paisaje: el roquedo (la gea), la vegetación y la fauna, proponiendo para ello el establecimiento de dos nuevas figuras de protección (Sitio Natural de Interés Nacional y Monumento Natural de Interés Nacional) y desarrollando una gran actividad de divulgación de los diferentes espacios protegidos.

Sin embargo, la implicación e influencia temprana de la geología en las tareas de la conservación de la naturaleza se fue perdiendo con el tiempo, hasta tal punto que los elementos geológicos no eran considerados sino marginalmente en numerosos ámbitos conservacionistas (técnicos, legislativos, sociales, políticos, etc.). Sólo en los últimos años la situación parece que comienza a revertir, aunque todavía con numerosas lagunas.

11.2. PARTICULARIDADES DE LA GEOCONSERVACIÓN

Las medidas encaminadas a la conservación del patrimonio geológico tienen una serie de particularidades derivadas de la especial naturaleza y consideración de sus constituyentes (Carcavilla *et al.* 2007). En primer lugar, debemos recordar que este patrimonio, aunque es un patrimonio natural, está constituido por elementos cuyo valor viene determinado en principio no por su significación natural, ambiental o ecológica, sino por su interés científico, cultural o educativo, valores todos ellos puramente antropocéntricos. Por supuesto, la valoración científica o didáctica de los elementos geológicos del medio natural está sujeta a revisión permanente, no solo a causa de los cambios naturales o antrópicos que sufren, sino también al progreso de la ciencia geológica y de los métodos, técnicas y herramientas didácticas. Además, dicha valoración siempre debe hacerse dentro de una escala de referencia previamente establecida. Así, hay elementos del patrimonio geológico que tienen interés exclusivamente local, pero algunos lo tienen a escala regional o nacional, y un número más reducido es de interés global. La valoración conlleva siempre, como ocurre con todos los elementos de cualquier tipo de patrimonio (histórico, artístico, etc.), un cierto grado de subjetividad.

Sin embargo, muchas definiciones modernas del patrimonio geológico también incluyen como criterios de valor patrimonial los relacionados con el papel ecológico de los componentes de la gea, es decir, los roles y servicios ecológicos que proporcionan como proveedores de marco y sustento para los ecosistemas y la biodiversidad, aspectos que podrían considerarse como el “valor intrínseco” o “natural” de este patrimonio, independiente de su consideración humana. Además, como criterios de valoración antropocéntricos adicionales, estas definiciones incluyen otros servicios y beneficios para el bienestar social, los llamados roles o servicios ambientales o ecosistémicos, en sus cuatro clases: de soporte, de aprovisionamiento, de regulación y culturales.

El patrimonio geológico comprende elementos inmuebles que forzosamente han de conservarse in situ, (formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, suelos), cuya extensión puede ser muy variable, desde un afloramiento de unos centenares de metros cuadrados a grandes estructuras geológicas de centenares de kilómetros cuadrados de superficie. Estos elementos patrimoniales son los Lugares de Interés Geológico (LIGs, también denominados geositos), definidos como áreas o zonas que muestran características consideradas de importancia dentro de la historia geológica de una región natural. Pero el patrimonio geológico también incluye elementos muebles que pueden ser objeto de recolección, tráfico, almacenaje y exposición: rocas, minerales, fósiles, meteoritos, etc. Las posibles medidas de conservación a adoptar deben necesariamente adaptarse a esta gran variación del tamaño y las características de los elementos geológicos de valor.

Un concepto muy relacionado, pero diferente, al de patrimonio geológico es el de geodiversidad, entendida como la variedad o rango natural de diversidad de rasgos geológicos presentes en un área. En principio, la geodiversidad de un territorio, definida tras considerar el número, frecuencia y distribución de esos rasgos, es una propiedad específica e intrínseca del mismo y, al menos en teoría, puede ser medida, valorada y comparada con la de otras áreas diferentes. Ahora bien, una dificultad muy importante en la caracterización de la geodiversidad surge a la hora de definir qué conjuntos (clases) de elementos geológicos deben considerarse. Así, para definir la geodiversidad de un área puede atenderse a la variedad de rocas presentes (diversidad litológica), a la de geoformas (diversidad geomorfológica), a la de fósiles (diversidad paleontológica), a la de estructuras tectónicas (diversidad estructural), a la de ambientes sedimentarios, etc. y también a otra clase independiente, no constituida como las anteriores por materiales o procesos, sino por hitos temporales: la edad geológica. Para algunas de estas clases existen clasificaciones sistemáticas de uso universal. Por ejemplo, para la edad geológica puede usarse la Tabla Cronoestratigráfica Internacional de la Comisión Internacional de Estratigrafía; para las rocas ígneas, la Clasificación de Rocas Ígneas elaborada por la Subcomisión sobre la Sistemática de las Rocas Ígneas (ambas comisiones establecidas por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, IUGS por sus siglas en inglés). Pero no hay clasificaciones de este tipo para todas las posibles clases de rasgos geológicos. Por estos y otros motivos, y debido a la relativa juventud del estudio sistemático de la geodiversidad, todavía no se ha alcanzado un consenso

amplio y satisfactorio sobre el significado, contenido y aplicación de este concepto.

Por último, las medidas de geoconservación deben tener en cuenta el carácter mayoritariamente no renovable de los elementos y recursos del patrimonio geológico, cuya destrucción o desaparición suele ser irreversible (por ejemplo, la de los fósiles y yacimientos fosilíferos que forman el patrimonio paleontológico). Sin embargo, el patrimonio geológico también incluye recursos renovables que tienen la propiedad de auto-reponerse si se usan de manera sostenible. Es el caso de los elementos integrantes del patrimonio hidrogeológico: fuentes de aguas minerales, géiseres y otras manifestaciones termales, etc.

En la actualidad, la geoconservación incluye un amplio conjunto de medidas que en muchos casos deben ejecutarse de forma conjunta para lograr sus objetivos. De manera sucinta, estas acciones pueden agruparse en cinco grandes clases o categorías: 1) medidas de protección, sean legales/normativas o físicas; 2) medidas de ordenación de los usos; 3) medidas de evaluación, seguimiento y control del estado de los elementos geológicos; 4) medidas de restauración de zonas o elementos degradados; y 5) medidas de promoción y concienciación pública de la necesidad de proteger el patrimonio geológico.

11.3. GEOCONSERVACIÓN EN CANARIAS. ¿CONSERVAR EL QUÉ?

Para conservar adecuadamente la geodiversidad de un territorio, lo primero es seleccionar, mediante su inventariación, un conjunto de entidades físicas finitas, es decir, rasgos geológicos concretos (afloramientos, formas del terreno, agrupaciones de ellos, etc.). Esta selección debe hacerse de tal manera que dicho conjunto constituya la muestra más amplia y mejor conservada posible de la variedad natural de materiales, formas, estructuras, y procesos presentes en él, además de una representación adecuada y fidedigna de su historia geológica.

Para muchos científicos, gobiernos y agencias de protección de la naturaleza, el patrimonio geológico de una región está constituido precisamente por ese conjunto de rasgos concretos, seleccionados para representar de manera

fidedigna su geodiversidad; cada uno de esos rasgos seleccionados correspondería a un LIG. Sin embargo, para que el inventario de LIGs de un territorio sea realmente representativo de su geodiversidad, la ponderación del valor patrimonial geológico de cada uno de los LIGs debe hacerse en un marco geográfico bien delimitado, e incluir al menos tres criterios:

- Representatividad: ser un notable ejemplo de los estadios evolutivos de la historia geológica de la región, o constituir un buen registro de los materiales, procesos o acontecimientos geológicos que han tenido lugar en él.
- Excepcionalidad (singularidad o rareza): constituir un registro de fenómenos geológicos raros, superlativos o de excepcional transcendencia, o contener formaciones o elementos que proporcionan información fundamental o resultan de especial utilidad para estudiar e ilustrar procesos, materiales, formaciones, estructuras o edades geológicas.
- Diversidad: contribuir a que el conjunto de los lugares escogidos sea representativo de la variedad de rasgos geológicos de la región.

En España, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, establece la obligación de elaborar y mantener actualizado un Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (IEPNB), que incluye, entre muchos otros, el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). La administración responsable de mantener este inventario oficial es el Ministerio de Medio Ambiente. Por su parte, la institución científica encargada de elaborar y actualizar el IELIG, en coordinación con las comunidades autónomas y otras organizaciones de carácter científico, es el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). La metodología para la elaboración de este inventario es la que adoptó el programa internacional “Global Geosites” puesto en marcha en 1996 por la IUGS con el copatrocinio de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés). El objeto de este programa es elaborar un listado mundial de los lugares más importantes para la ciencia geológica. En el marco de este programa, se definen primero en cada país unos sistemas de referencia en forma de grandes contextos geológicos (frameworks), sobresalientes a nivel

internacional, tras lo que se seleccionan con formato homogéneo los lugares de interés geológico (geosites) representativos de cada uno de los contextos.

En el año 2000, el IGME elaboró una lista inicial de 20 contextos geológicos españoles de relevancia internacional, a los que añadió uno más en el año 2014, cuando se cerró la lista definitiva (García Cortés 2008). Esta lista está recogida en el Anexo VIII de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que establece que el IELIG debe incluir, al menos, los LIGs representativos de esos contextos geológicos.

Debido a su relativamente larga historia geológica –de duración nada frecuente en islas volcánicas oceánicas– y a su posición geográfica cercana al continente africano, el archipiélago canario atesora un rico patrimonio geológico. Este patrimonio comprende importantes valores volcanológicos, petrológicos, geomorfológicos, paleontológicos, paleoclimáticos, etc., muchos de ellos de relevancia internacional, sin contar los importantes roles y servicios paisajísticos, ecológicos y ecosistémicos que proporciona la gea de las islas. Por esta razón, en la lista de contextos españoles de relevancia internacional del IELIG, todo el territorio de Canarias constituye un contexto único no compartido con ninguna otra región autónoma, el n°15, denominado “Edificios y morfologías volcánicas de las Islas Canarias”.

En 2018, el IGME, en colaboración con varias instituciones locales (Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, Universidad de La Laguna y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) inició el proyecto trianual LIGCANARIAS (Lugares de interés geológico de Canarias: estudio, inventario y divulgación; <http://www.igme.es/LIGcanarias/>), financiado por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias, y cofinanciado por los Programas Operativos FEDER y FSE de Canarias 2014-2020. Este proyecto adaptó la metodología usada para la elaboración del IELIG a las particularidades del archipiélago (Vegas et. al. 2020), por lo que el inventario elaborado por el proyecto es plenamente compatible con el IELIG, del que de hecho es parte integrante desde 2021.

El proyecto definió un total de 14 contextos geológicos de relevancia regional representativos de la geodiversidad de Canarias (Galindo *et al.* 2022). Estos contextos se concibieron con el objetivo de incluir todos los elementos,

procesos y formas integrantes de la geología canaria. La existencia de un número de rasgos geológicos tan alto como para sustentar y justificar hasta catorce contextos regionales diferentes es de por sí una demostración palpable de la enorme variedad y valor patrimonial de la gea del archipiélago. El número total de LIGs canarios incluidos actualmente en el IELIG (<https://info.igme.es/ielig/>) es de 293 (Lanzarote: 58; Gran Canaria: 55; Tenerife: 50; Fuerteventura: 43; La Palma: 34; La Gomera: 25; El Hierro: 22; Archipiélago Chinijo: 9). De ellos, dos son LIGs submarinos. A estos LIGs se añaden tres elementos muebles también inventariados.

Sin embargo, la Comunidad Autónoma de Canarias todavía no adoptado este o ningún otro catálogo como inventario autonómico oficial (con rango normativo) de patrimonio geológico y geodiversidad. A finales de 2021, el Gobierno de Canarias sometió a información pública el Anteproyecto de Ley de Biodiversidad y Recursos Naturales de Canarias, que incluye entre otras medidas la elaboración de dicho inventario y la creación de una red canaria de espacios geológicos protegidos y de yacimientos paleontológicos, cuyo nivel de protección se determinará reglamentariamente.

11. 4. LA PROTECCIÓN LEGAL DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN CANARIAS EN LA ACTUALIDAD

A falta de la aprobación definitiva de estos instrumentos normativos fundamentales para la geoconservación en Canarias, la protección legal del patrimonio geológico y la geodiversidad del archipiélago se realiza esencialmente a través de su inclusión en las diferentes categorías de espacios naturales protegidos (ENPs): parques nacionales y naturales, reservas naturales, monumentos naturales y paisajes protegidos. La única aunque notable excepción es el patrimonio paleontológico. En virtud de lo promulgado en la Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias, se protegió a algunos de sus componentes declarándolos bienes de interés cultural o BICs. Sin embargo, la ley que la sustituyó (Ley 11/2019, de 25 abril, de Patrimonio Cultural de Canarias), excluyó a los elementos paleontológicos de la protección brindada al patrimonio arqueológico/histórico.

Una parte importante de los LIGs canarios que figuran en el IELIG están incluidos total o parcialmente en algún ENP, cuya declaración y gestión es (a excepción de los parques nacionales y reservas marinas, declaradas por el estado), una competencia autonómica. Los ENPs canarios son figuras de protección generalistas. Los elementos singulares o representativos de la gea están enunciados en el texto legal de declaración de algunos de ellos, y forman parte de sus fundamentos de protección. Sin embargo, en muchos otros ENPs no forman parte de esos fundamentos, y la protección de la gea es secundaria o accesorio, resultado solo de su asociación con otros elementos naturales y subordinada a la misma. Esto último también ocurre con el patrimonio geológico englobado en todas las áreas protegidas declaradas en Canarias en virtud de las directivas europeas 79/409/CEE de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres y 92/43/CEE de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, es decir, las zonas especiales de conservación y las zonas de especial protección para las aves, respectivamente, todas ellas integradas en la denominada Red Natura 2000.

La categoría de ENPs más utilizada para otorgar protección legal a los elementos destacados de la gea canaria de extensión relativamente pequeña ha sido la de monumento natural. La Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias (véase también el Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias), establece que en especial se declararán monumentos naturales las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos. Esta figura se ha usado esencialmente para proteger rasgos de la gea de especial interés geomorfológico o paisajístico, aunque dichos elementos puedan tener otros valores geológicos adicionales (volcanológico, petrológico, etc.). Otras figuras que por sus características se utilizan habitualmente en otros países para la protección del patrimonio geológico, como por ejemplo los Sitios de Interés Científico (llamados en el Reino Unido Sites of Special Scientific Interest-SSSIs) no se han utilizado en Canarias para este propósito.

La gestión del patrimonio geológico amparado legalmente por los ENPs de Canarias sigue adoleciendo de notables carencias. Como punto de partida, el medio geológico (no digamos ya sus valores patrimoniales) suele estar escasamente definido y caracterizado en los documentos de gestión informativos de estos espacios, incluso aunque los elementos de la gea constituyan los principales valores naturales a proteger, o al menos estén enunciados en la norma de declaración. Los ENPs canarios tampoco disponen de ningún inventario propio de recursos geológicos, mínimamente sistemático y realizado con metodología y criterios uniformes y actualizados, algo que parece indispensable para su correcta gestión. La única posible excepción son los parques nacionales, cuyo patrimonio geológico fue inventariado por el proyecto INDICAGEOPARC, financiado por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales en 2014. Este proyecto inventarió 33 LIGs: 16 en Timanfaya, 11 en El Teide y 6 en la Caldera de Taburiente.

Debido a esta pobre caracterización, los instrumentos de ordenación y gestión de los espacios protegidos incluyen muy pocas medidas específicas de conservación y uso público del patrimonio geológico como tal. En algunos de ellos, incluso, este patrimonio se halla en un estado que dista mucho de ser óptimo (Figura 1). A pesar de ello, en los parques nacionales y otros ENPs canarios se han adoptado algunas actuaciones de geoconservación que, aunque aisladas, merecen destacarse. Por poner solo un ejemplo, puede citarse la ordenación del acceso a la cima del estratovolcán Teide (Parque Nacional del Teide, Tenerife), que incluyó la restricción de las visitas en horario diurno, la construcción de un nuevo camino de acceso (el sendero Telesforo Bravo), la prohibición de acceso al interior del cráter y la restauración de este y de las laderas del cono terminal, degradados por pisoteo y recolección de cristales de azufre (Figura 2). El Parque Nacional del Teide fue declarado en 2007 Sitio del Patrimonio Mundial por sus valores geológicos y paisajísticos, entre otros.

Otro caso de geoconservación en Canarias es el que constituye el tema de esta publicación, los dos Geoparques Mundiales de la UNESCO, del Programa Internacional de Ciencias Geológicas y Geoparques (IGGP), declarados en Canarias. En principio, los geoparques no constituyen instrumentos específicos de protección legal del patrimonio geológico y la geodiversidad, pero pueden contribuir sustancialmente a su conservación mediante la adopción de diversas medidas y actuaciones, muy especialmente las encaminadas a la ordenación, promoción y divulgación de los elementos patrimoniales geológicos que contienen, como se explica detalladamente en otros capítulos.



Figura 1. Manantiales y galerías costeras del acuífero de Los Realejos, Tenerife (LIG IC4002 del Inventario Español de Lugares Geológicos o IELIG), ejemplo de patrimonio geológico incluido en un espacio natural protegido (T-28 Paisaje Protegido de la Rambla de Castro) degradado por actividades constructivas y vertidos.



Figura 2. Cono y coladas negras prehistóricas del Pico del Teide y sistema fumaroliano activo, Tenerife (LIG IC4027 del IELIG). La construcción del sendero Telesforo Bravo (en la imagen), que da acceso al cráter del cono terminal del estratovolcán, las restricciones de visita y la restauración de las laderas del cono son ejemplo de medidas efectivas de geoconservación en Canarias.

11. 5. PERSPECTIVAS DE LA GEOCONSERVACIÓN EN CANARIAS

En el resto del territorio del archipiélago (aproximadamente el 50% del total), la situación del patrimonio geológico es más precaria. A menos que estén amparados por otros instrumentos de planeamiento territorial destinados a la protección ambiental de valores naturales, como su ordenación como suelos rústicos de protección natural, paisajística, costera o hidrológica, los LIGs no localizados dentro de la red canaria de ENPs no cuentan con medida de protección legal alguna. Estos LIGs están sometidos a intensas presiones y amenazas, que se traducen en un riesgo continuo de destrucción o degradación irreversible por actividades constructivas, extractivas o agrarias, vertidos de residuos de todo tipo y otras actividades contaminantes.

Además, cada vez con mayor frecuencia, se producen afecciones irreversibles al patrimonio geológico de las islas por parte de las visitas turísticas

masivas a estructuras o formas geológicas de alto valor patrimonial que resultan atractivas por su imagen o estética. Estas afecciones se producen con mayor intensidad en los LIGs no incluidos en ENPs, pero en absoluto son exclusivas de estos. Los elementos geopatrimoniales son divulgados y puestos de moda a través de las redes sociales, y son visitados de forma creciente con el simple propósito de fotografiarse en ellas. A ello se une la presión creciente ejercida por las actividades festivas, lúdicas, deportivas o espirituales que se desarrollan en la naturaleza. Ello conlleva la degradación o destrucción de estos elementos geológicos por pisoteo, circulación de vehículos varios, grafiti, fuego, campismo, acumulación de basura, y también por la extracción, recolección, movimiento y apilamiento de materiales pétreos, por no hablar del simple vandalismo (Figura 3). La situación comienza a ser crítica en algunos lugares destacados; entre otros se pueden citar la Playa de la Baja de la Burra (“Playa de las Palomitas” o “Pop Corn Beach”) y el Barranco de los Encantados o de los Enamorados, ambos en La Oliva (Martín-González *et al.* 2021), o la “Roca Cocodrilo” cerca de la Playa de las Hermosas, costa de Pájara, por poner solo ejemplos muy conocidos de la isla de Fuerteventura, aunque existen muchos otros desperdigados por todo el territorio canario, incluyendo sus dos geoparques.

Afortunadamente, cada vez son más habituales las iniciativas de las administraciones locales (insulares y municipales) del archipiélago sobre el patrimonio geológico de sus respectivos territorios. Estas iniciativas y proyectos son de carácter muy dispar (elaboración de inventarios insulares, comarcales o municipales; creación de parques geológicos; adquisición de terrenos de alto valor patrimonial geológico, etc.). Sin embargo, hasta donde sabemos estas iniciativas todavía no se han traducido en medidas efectivas y concretas de geoconservación, como por ejemplo la protección legal de elementos geológicos con valor patrimonial mediante su inclusión en los planes de ordenación de recursos naturales insulares o los planes generales de ordenación de ámbito municipal vigentes. La única excepción son algunas actuaciones destinadas a la concienciación social sobre la necesidad y conveniencia de conservar el patrimonio geológico del archipiélago (Coello-Bravo *et al.* 2021; Figura 4). En estas tareas, merecen destacarse diversas iniciativas desarrolladas por instituciones de índole científico y ambiental, tanto públicas como privadas. Es el caso por ejemplo del programa de

ámbito nacional “Apadrina una roca” (<https://www.igme.es/patrimonio/apadrinaunaroca.htm>) del IGME, o la campaña “Pasa sin huella” (<https://pasasinhuela.com/>) de ámbito autonómico y liderada por la Fundación Canaria Telesforo Bravo-Juan Coello.



Figura 3. Sistema eólico cuaternario de El Médano, Tenerife, LIG IC4009 del IELIG. Los depósitos arenosos de la imagen contienen estructuras sedimentarias muy frágiles (rizoconcreciones y diques de arena, en el recuadro), amenazadas de destrucción por pisoteo debido a la gran cantidad de visitantes que recibe el lugar. Los hitos de madera visibles en la foto delimitan zonas de paso permitido, instalados como un primer intento de ordenar mínimamente el tránsito.

En definitiva, la geoconservación en el archipiélago se halla en una encrucijada. Hemos de recordar que todos los poderes públicos, en sus respectivos ámbitos competenciales, y también las entidades privadas y todos los ciudadanos tienen, por imperativo legal, el deber de velar por la conservación y la utilización racional del patrimonio geológico y la geodiversidad. Sin embargo, en Canarias, a pesar de las cada vez más frecuentes y necesarias iniciativas públicas y privadas, ese deber todavía espera ser incluido plena-

mente y adecuadamente regulado en las normas y planes autonómicos y locales. Solo así se podrá empezar a abordar de forma sistemática y efectiva la conservación del rico tesoro natural constituido por el patrimonio geológico y la geodiversidad de las islas. Si el objetivo es gestionar tal patrimonio de forma sostenible, y tenemos en cuenta que la presión sobre él se incrementa día a día, ejerciendo impactos cada vez más rápidos, severos e irreversibles, debemos concluir que la geoconservación en el archipiélago es una tarea urgente.



Figura 4. Vulcanalia, festival internacional de ciencia y arte que se celebra todos los años en Garachico y Buenavista del Norte (Tenerife), dentro del Festival de Cine Medioambiental de Canarias. Estas jornadas, financiadas por el Gobierno de Canarias, están destinadas tanto a alumnos como a público en general y su objetivo es divulgar el patrimonio geológico de las islas y concienciar a la sociedad de la necesidad y conveniencia de su conservación. La foto corresponde a la primera edición de este evento (año 2016).



La singularidad del patrimonio paleontológico de los geoparques canarios: registro de la paleobiodiversidad y su relación con el cambio climático

Esther Martín González,
Juana Vegas, Inés Galindo,
Carmen Romero, Nieves Sánchez
y Mar González Roquero

Capítulo 12

12. 1. INTRODUCCIÓN

Los fósiles son los testigos de los seres vivos que habitaron nuestro planeta en el pasado, y los encontraremos en los denominados yacimientos paleontológicos. Juntos constituyen un importante patrimonio natural que generalmente pasa desapercibido para los habitantes de los territorios donde se hallan. El origen volcánico de las islas y su relativa juventud geológica hace que exista una falsa creencia sobre la importancia de su registro paleontológico, tachándolo de poco interesante e, incluso, negando su existencia.

Sin embargo, los yacimientos paleontológicos y el registro fósil de las islas son recursos de información excepcionales ya que constituyen el testimonio del asentamiento de la flora y fauna en el archipiélago, y nos dejan conocer cómo ha sido el proceso de evolución de las especies, incluso de aquellas ya extintas. Asimismo, la formación de algunos depósitos y los fósiles que contienen nos facultan para establecer cómo los cambios climáticos globales han afectado al archipiélago y su entorno inmediato durante los últimos millones de años (Martín-González, 2021).

La existencia de dos geoparques que se encuentran en islas con una edad y, por tanto, en un estado geológico muy distante hace que ambas presenten un patrimonio paleontológico diferente. Si bien, la edad de Lanzarote, 16 millones de años, permite que su libro de la vida sea más extenso en el tiempo, la juventud de El Hierro proporciona una mejor conservación de los

fósiles que se han hallado. La variedad y riqueza del patrimonio paleontológico de ambos geoparques se ha traducido en la selección de varios lugares de interés geológico considerando su edad, tipo de depósito y tipo de fósiles que contienen (Martín-González *et al.*, 2019 a,b).

De forma general, podemos agrupar a los yacimientos paleontológicos en terrestres y marinos, según su origen y contenido fosilífero. Algunos de ellos están directamente ligados a los cambios climáticos globales ocurridos en los últimos millones de años, por lo que, además, son excelentes marcadores de esos episodios y de su incidencia sobre nuestro archipiélago y su entorno próximo.

12. 2. GEOSITOS PALEONTOLÓGICOS DEL GEOPARQUE DE LANZAROTE Y ARCHIPIÉLAGO CHINIJO

La historia paleontológica de este geoparque se remonta a casi 14 millones de años (en adelante, Ma), por lo que, de una forma u otra, la historia de la vida de Lanzarote está escrita en estos yacimientos fosilíferos, aunque, como en muchos otros lugares, esta historia está compuesta por capítulos, algunos de los cuales están incompletos.

Las primeras evidencias fosilíferas en este geoparque se localizan al sur, en las vertientes del Macizo de Los Ajaches, entre Papagayo y Playa Quemada, y sobre la plataforma marina de Rubicón. Sobre o intercalados entre los materiales volcánicos más antiguos de Lanzarote con una edad de entre 14,5 y 13,5 Ma se encuentran playas fósiles que contienen organismos marinos de más de 5 Ma (Zazo *et al.*, 2002). Estas playas están compuestas por callaos y arenas organógenas, es decir, formadas por fragmentos de conchas, caparazones y púas de erizos, y pequeños trozos de algas calcáreas, más conocidas como confites. Estos yacimientos contienen fósiles de especies marinas, como corales (*Siderastrea radians*) y moluscos (*Tethys-trombus coronatus*, *Patella maxoratensis*, etc.), típicas de aguas tropicales, ya que en ese momento de la historia geológica las condiciones ambientales cálidas se extendían hasta latitudes más septentrionales, hasta aproximadamente el archipiélago de Azores. Ello significa que ese momento nuestro planeta estaba sometido a un calentamiento global mucho más acusado que el que experimentamos en el presente (Meco, 2008).

Estas playas fosilizadas del periodo geológico conocido como Neógeno – entre 20 y 2,6 Ma – se encuentran a una altitud de entre 10 y 65 m sobre el nivel del mar actual. Ello se debe a que el deshielo de las aguas acumuladas en los casquetes polares y glaciares de montaña generado por la mayor temperatura del mar provoca un ascenso notable del nivel del mar. A ello se une procesos geológicos que conducen a la elevación de la isla, condicionando la situación actual de estos depósitos fosilíferos.



Figura 1. Fósiles de los yacimientos paleontológicos del Los Ajaches. A) Concha de lapa (*Patella maxoratensis*); B) Concha de molusco bivalvo (*Hinnites* sp.); C) Algas calcáreas o rodolitos; D) ejemplar de coral (*Siderastrea*)

Pero los mares tropicales que han bañado las costas del Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo no se ciñen a hace 5 Ma. Mucho más recientemente, hace tan sólo 120.000 años, un nuevo episodio de condiciones cálidas a nivel global vuelve a afectar a Canarias. Este periodo se conoce como Último Máximo Interglaciario o Estadio Isotópico Marino 5e, y ha quedado ampliamente registrado en nuestro litoral. El nivel del mar en este momento llegó a estar hasta 8 m por encima del actual, por lo que los expertos lo toman como ejemplo para conocer la incidencia del cambio global actual sobre las costas presentes (Melo *et al.*, 2022).

Algunas de las especies fósiles que encontramos en los afloramientos paleontológicos de esta edad se distribuyen en la actualidad en las aguas tropicales del Golfo de Gambia, Senegal o Cabo Verde, como es el caso de la especie *Persistrombus latus*. Estas especies fueron capaces de migrar hasta Canarias y el Mediterráneo cuando las condiciones de temperatura del mar y el debilitamiento de la corriente de Canarias, les abrió una ventana de oportunidad. El regreso posterior hacia condiciones más frías las hizo desaparecer y retroceder a sus lugares de origen.

Si bien los yacimientos de esta época están muy bien representados en todo el Geoparque oriental, debemos destacar su notable extensión a lo largo del litoral de la isla de La Graciosa. El escaso desarrollo urbanístico ha propiciado que se conserve en casi la totalidad de su litoral, al contrario que en Lanzarote, donde la vorágine desarrollista ha destruido importantes y únicos yacimientos.



Figura 2. Yacimientos paleontológicos pleistocenos de La Graciosa. A) Playa de El Salado; B) Baja del Corral; C) Baja del Ganado.

Las arenas organógenas que forman parte de los yacimientos costeros también se pueden acumular formando dunas que, arrastradas por el viento hacia el interior de la isla, se depositan en las laderas, formando lo que se conoce como dunas rampantes. Un ejemplo magnífico de este tipo de es-

tructuras es la depositada en el Barranco de Las Pilas, uno de los principales accidentes geográficos del sureste conejero, bien conocida por ser una de las mejores productoras de las pilas de destilar de la isla. Su composición hace que se transforme en una roca porosa pero muy sólida, llamada calcarenita, que permite la filtración de las frescas aguas de los bernegales lanzaroteños.

Otro afloramiento de arenas muy cementadas es el que se encuentra en los barrancos de Valle Grande, Valle Chico y Fuente de Gusa, en las proximidades de Órzola. Estos yacimientos tienen una edad de 4 Ma, y en ellos se han encontrado una serie de especies de caracoles terrestres que son exclusivos de este periodo. Pero lo más destacable es la presencia de huevos de animales que en la actualidad se encuentran extintos en nuestro archipiélago. Es el caso de una especie de ave no voladora semejante al avestruz actual (*Struthio*), de la cual han aparecido multitud de fragmentos y, al menos, una docena de huevos completos, aunque no restos de esqueleto (Castillo *et al.*, 1999). Lo mismo sucede con huevos de tortugas terrestres gigantes del género *Centrochelys*, un grupo que llegó a tener una amplia distribución en el pasado y del cual sólo persiste tortuga de espolones africana (*Centrochelys sulcata*).

La procedencia de estos fósiles continúa generando importantes discusiones científicas, aunque lo más probable es que llegaron en balsas de vegetación arrastradas desde el continente africano tras episodios de lluvias torrenciales, a favor de la dirección de las corrientes. Este proceso se sigue observando en la playa de Órzola, con la llegada de semillas de argán y otros productos procedentes de las costas continentales.

Al igual que con las playas fósiles, también existen yacimientos de arenas organógenas más recientes formando lo que conocemos como paleodunas o dunas fósiles. Es el caso de las formaciones antiguas que caracterizan el Jable de Famara, y que han quedado expuestas debido a la intensa actividad de extracción de áridos de los últimos 40 años. Algunos de los mejores afloramientos de paleodunas se encuentran ligados canteras, como es el caso del Jable de Mala, o los lomos de San Andrés y Camacho, con depósitos de varias decenas de metros. Otra duna de gran interés paleontológico por su contenido fosilífero es Timbaiba, donde se encuentran varias especies de vertebrados extintos, como es la pardela del jable (*Puffinus holeae*) o el ratón del malpaís (*Malpaisomys insularis*), que eran exclusivos de las islas orientales.



Figura 3. Depósitos fosilíferos dunares y calcarenitas de Lanzarote. A) Dunas fósiles de El Jable de Famara; B) Calcarenita de Valle Chico (Órzola); C) Duna del volcán de Timbaiba; D) Cantera de la duna fósil de Mala.

También destacan en estas paleodunas la acumulación de cientos de miles de conchas de caracoles terrestres pertenecientes a diferentes especies y estructuras en forma de dedal, producidas por la actividad reproductora de diferentes grupos de insectos, conocidas como *Rebbufoichnus*. La gran cantidad de estos restos sólo puede explicarse por la existencia de periodos pretéritos más lluviosos y fríos que favorecieron el desarrollo de una mayor comunidad vegetal, que sirvió de sustento a estas especies de insectos y caracoles (Yanés *et al.*, 2013).

Además, en el perfil de las paleodunas se pueden identificar diferentes paleosuelos (niveles de suelos fosilizados) que han sido analizados y datados. Estos paleosuelos también son indicativos de fases climáticas más húmedas durante las cuáles el desarrollo de la vegetación permitió la transformación de las arenas hacia suelos, proceso que se conoce como edafización.

12. 3. GEOSITOS PALEONTOLÓGICOS DEL GEOPARQUE DE EL HIERRO

La juventud de El Hierro condiciona que la diversidad y extensión temporal del registro fosilífero sean muy escasas; por otra parte, la reciente actividad volcánica ha propiciado el desarrollo de una gran cantidad de cavidades volcánicas. El conjunto de los yacimientos paleontológicos de la isla herreña constituye un recurso de información paleobiológica, ya que es el único testimonio de la evolución de la biodiversidad insular, tanto en lo que se refiere a los procesos de colonización como a los de extinción de especies.

Los tubos y simas volcánicas constituyen uno de los ambientes de desarrollo de yacimientos más importantes en islas oceánicas ya que frecuentemente contienen abundantes concentraciones de restos fósiles, principalmente vertebrados, algo que ha quedado extensamente comprobado en El Hierro. Sin embargo, al contrario de lo que sucede en las islas orientales del archipiélago –de mayor antigüedad– son prácticamente inexistentes otro tipo de depósitos fosilíferos (Martín-González *et al.*, 2019a).



Figura 4. Fósiles y tubos volcánicos de El Hierro. A) Fósiles marinos asociados a las lavas de Timijiraque; B) Tubo volcánico del Juaclo de Las Moleras; C) Moldes de árboles de Montaña Chamuscada en San Andrés.

La mayor parte de los tubos y simas volcánicas se desarrollan en materiales superficiales pertenecientes a la Serie Reciente datada entre hace 80.000 años y la actualidad, lo que permite que estas frágiles cavidades no hayan desaparecido por enterramiento o derrumbes. Dos ejemplos de yacimientos de este tipo son la Sima del Pico de la Mata en El Pinar y el Cuaclo de las Moleras en el extremo occidental de la isla. En estos depósitos volcánicos, normalmente sobre el suelo de lava, han aparecido numerosos restos de la especie emblemática *Gallotia simonyi*, lagarto gigante endémico y en peligro de extinción en la actualidad, así como del Lagarto Gigante de Canarias (*Gallotia goliath*). Los primeros restos fósiles de esta especie, sin embargo, no se encontraron en tubos, sino en los depósitos de ladera del Risco de los Herreños. Este descubrimiento abrió nuevas líneas de investigación sobre la distribución de esta especie en el pasado, puesto que hasta ese momento se la creía restringida a los Roques de Salmor (El Golfo).

Otro grupo de vertebrados que podemos encontrar en las cavidades volcánicas son las aves. En este sentido hay que destacar el yacimiento de la Cueva del Curascán, en el sureste de la isla, donde se encontraron dos especies extintas en la actualidad en Canarias, un petrel (*Pterodroma* sp.) y el azor común (*Accipiter gentilis*). Estos hallazgos paleornitológicos son de una enorme importancia para conocer la biodiversidad faunística de los ecosistemas insulares canarios en un pasado reciente.

Al igual que en el Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo, en El Hierro también se han encontrado huellas de los cambios del nivel del mar acontecidos durante el Cuaternario. Sin embargo, son escasos y su

extensión superficial es reducida, ya que la actividad volcánica reciente puede haberlos cubierto o interferido en su desarrollo. El que mayor cantidad de fósiles tiene es el de Arenas Blancas, con gran abundancia de micromoluscos y fragmentos de otros invertebrados. En La Caleta y La Restinga también se pueden observar algunas conchas de otras especies de moluscos de mayor tamaño, como pueden ser lapas (*Patella* sp.), burgados (*Phorcus* sp.), y caparazones enteros de erizos (*Cidarid* sp.).

Por último, en este apartado debemos citar el afloramiento de lavas almohadilladas que se encuentran en la punta de Timijiraque, y su inclusión aquí se debe a que en la matriz arenosa que las envuelve se encuentran fósiles de organismos marinos, algo que las hace aún más destacables. Entre los fósiles que se pueden observar encontramos conchas de gasterópodos marinos de las especies *Haliotis tuberculata* y *Vermetus triquetrus*.

En El Hierro se han encontrado restos fósiles en otros contextos sedimentarios, como es el caso de los depósitos aluviales como es el afloramiento de la Risco de los Herreños, donde fueron hallados restos del lagarto gigante de El Hierro. Muchos otros restos se hallaron en grietas abiertas en las coladas volcánicas o cerca de oquedades utilizadas por las aves rapaces para digerir sus presas, creando acumulaciones escatológicas que en ocasiones contienen restos de lagartos gigantes y a veces, simplemente, en superficie sin ningún tipo de proceso de enterramiento.

Por último, en la Montaña de las Chamuscadas, cerca de la población de San Andrés, se han hallado moldes vaciados de árboles que fueron englobados por el material volcánico.

12.4. IMPORTANCIA PATRIMONIAL DE LOS YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS

Durante este capítulo se ha pretendido resaltar la extraordinaria importancia del geopatrimonio paleontológico de los geoparques de Lanzarote y el Archipiélago Chinijo y El Hierro, intentando dar a conocer la gran diversidad de depósitos sedimentarios y sitios fósiles únicos que conforman las herramientas básicas para la reconstrucción de la historia evolutiva, tanto biológica como geológica de la isla y del archipiélago canario.

Sin embargo, la situación de protección de este patrimonio natural no parece correlacionarse con su importancia científica, cultural y social, donde algunos yacimientos constituyen los únicos testigos del pasado. A pesar de ello, la mayoría de los afloramientos paleontológicos mencionados tienen un abandono total, sin ningún tipo de señalización que indique su estado, sin zonas periféricas de protección, o, lo que es más grave, se ven afectados por la extracción de áridos incontrolada, el vertido de escombros y basuras, las construcciones turísticas, las actividades recreativas, etc.

Por todo ello, urge establecer un régimen de protección de este importante legado que permita la conservación del mismo, y que, además, sirva de revulsivo para su mejor conocimiento. Y aunando ambos frentes, reconozca su uso de forma sostenible como recurso económico y educativo en el desarrollo de las comunidades locales, fundamento básico de los geoparques globales de la UNESCO (Vegas *et al.*, 2019).



El geoturismo como nuevo producto y experiencia turística sostenible en los geoparques mundiales Unesco de Canarias

Javier Dóniz Páez

Capítulo 13

13.1. INTRODUCCIÓN

El turismo es uno de los sectores económicos con mayor protagonismo a nivel mundial. En muchos lugares del mundo el turismo es la principal actividad económica y en otros tantos se aspira a que lo sea. A diferencia de otras actividades, en el turismo los recursos que lo sustentan se consumen, casi siempre, *in situ*, por lo que se trata de una actividad eminentemente territorial. Ahora bien, el turismo es complejo, cambiante, dinámico y resiliente. En este sentido, en las últimas décadas hemos asistido a transformaciones muy significativas, incluso drásticas, en el sector del ocio turístico. Por este motivo, los diferentes actores públicos y privados con responsabilidades en él llevan varias décadas trabajando en los cambios que, a nivel mundial, está experimentando el turismo. Éstos están motivados por los diversos síntomas de agotamiento que muestran los destinos turísticos maduros mundiales (Simancas *et al.*, 2020) y que se traducen en disminución de llegadas, reducción de pernoctaciones, acortamientos de las estancias medias, bajada del nivel de ingresos, falta de renovación de infraestructuras, equipamientos y servicios o cambios en el perfil de la demanda, entre otros. Por esta razón, hay tres ámbitos claves en torno a los cuales se están realizando los principales avances para afrontar los cambios en el turismo: el legislativo vinculado con modificaciones hacia un modelo turístico sostenible; las transformaciones e intervenciones en el espacio urbano público y privado y la creación de nuevos productos y experiencias turísticas alternativas y sostenibles.

En este trabajo nos centramos en el ámbito de los nuevos productos y más concretamente en el geoturismo. Por tanto, nuestro objetivo es mostrar qué papel desempeña el relieve en la creación de nuevos productos y experiencias turísticas en los geoparques mundiales Unesco de El Hierro y de Lanzarote y Archipiélago Chinijo en Canarias. Para ello se mostrarán algunos ejemplos asociados con los objetivos y con las actividades desarrolladas en el proyecto “Volturmac-Fortalecimiento del volcano turismo en la Macaronesia” (<https://volturmac.com/>) que abarca, entre otras áreas volcánicas, lo geoparques canarios.

13.2. EL GEOTURISMO EN ÁREAS VOLCÁNICAS

El geoturismo es una modalidad de ocio relativamente reciente que engloba actividades sostenibles muy diversas asociadas con productos y experiencias turísticas innovadoras y/o alternativas al turismo imperante en el destino (Fig. 1). Esto es fruto de las diferentes acepciones del concepto y de la práctica del geoturismo (Dowling y Newsome, 2018; Dóniz-Páez y Pérez, 2023). En este sentido, se reconocen dos principales aproximaciones (geológica y geográfica) en torno a las que se investigan, desarrollan e implementan actividades geoturísticas diferentes que no deben ser excluyentes entre sí (Dowling y Newsome, 2018). Para Reynard y otros (2009) la definición geológica del geoturismo es más restrictiva que la geográfica, que tiende a ser más global e integradora y entiende que el geoturismo se basa en la concepción de que el medio ambiente está integrado por componentes abióticos, bióticos y culturales (Dowling, 2013; Dowling y Newsome, 2018). Tal es así, que en 2011 en el Congreso Internacional de Geoturismo (Arouca, Portugal) se definió como el “turismo que sustenta y potencia la identidad de un territorio, teniendo en cuenta su geología, medio ambiente, la cultura, la estética, el patrimonio y el bienestar de sus habitantes” (Arouca, 2010; Herrera-Franco *et al.*, 2020). Es evidente que esta definición está acorde con la aproximación geográfica del geoturismo y con la que desarrollaremos en este trabajo.



Figura 1. Geoturistas en áreas volcánicas: Olho Azul, Buracona, isla de Sal, Cabo Verde. Fuente: el autor.

La mayoría de las investigaciones sobre geoturismo se centran en el inventario, selección, caracterización y evaluación de lugares de interés geológico- geositos, geomorfositos o lugares de interés geoturístico-LIGTs (Panizza, 2001; Kubalíková *et al.*, 2021, 2022) (Fig. 2). La principal diferencia es que mientras los primeros se caracterizan principalmente por valores científicos, los geomorfositos engloban también valores añadidos (culturales, estéticos, económicos, etc.), por lo que desde el punto de vista geoturístico son más apropiados (Kubalíková, 2013). Ahora bien, de acuerdo con Kubalíková *et al.* (2021 y 2022), a efectos del geoturismo pueden considerarse tanto los geositos/geomorfositos *sensu stricto* como los LIGTs, que son todavía más amplios y disponen de una componente territorial más acentuada y más en sintonía con la aproximación geográfica del geoturismo dado la elevada importancia que otorgan, además de la gea, al resto del patrimonio natural y cultural.



Figura 2. Geositos del Geoparque Mundial Unesco de Azores, isla de Pico, Azores: Montanha (A), Lajido da Criação Velha (B), Crista do pressão (C) y Hornitos e Furna do Frei Matias (C). Fuente: el autor.

En el caso de Canarias los trabajos sobre geoturismo también se agrupan en torno a las dos aproximaciones (Mateo *et al.*, 2019; Dóniz-Páez y Pérez, 2023), pero con la particularidad de que están referidos, principalmente, a paisajes volcánicos en islas oceánicas, subtropicales y activas. Los espacios eruptivos muestran siempre una rica y notable geodiversidad vinculada con el fenómeno volcánico (Lima, *et al.*, 2013) que también se reconoce en Canarias (Dóniz-Páez *et al.*, 2020). La temática de los estudios de geoturismo en el archipiélago canario es amplia, desde inventarios de geomorfositos y geositos (Mateo *et al.*, 2019; Dóniz-Páez *et al.*, 2020), valoraciones siguiendo diferentes metodologías (Dóniz-Páez *et al.*, 2021; Marrero y Dóniz-Páez, 2022) hasta la propuesta de geoitinerarios en espacios naturales (Beltrán-Yanes *et al.*, 2020) y urbanos (Hernández *et al.*, 2022).

13. 3. EL GEOTURISMO EN LOS GEOPARQUES MUNDIALES UNESCO DE EL HIERRO Y LANZAROTE Y ARCHIPIÉLAGO CHINIJO

Desde la declaración como geoparques en los años 2014 y 2015, en ambas islas se ha hecho una gran apuesta por llevar a cabo iniciativas relacionadas con el estudio de su patrimonio geológico, con la geoconservación del mismo, con la educación y divulgación de sus valores y con el uso público a través de actividades formativas y turísticas. Todas estas iniciativas, aunque el hilo conductor son las formas y procesos del relieve, tienen en cuenta la diversidad y totalidad del patrimonio natural y cultural de El Hierro y Lanzarote en donde, por ejemplo, tienen un protagonismo destacado algunos paisajes culturales identitarios de cada isla (Fig. 3).



Figura 3. Paisajes culturales del poblado de Guinea en el Geoparque de El Hierro (arriba) y de La Geria en Lanzarote y Archipiélago Chinijo (abajo)

Son varios los trabajos relacionados con el inventario de los lugares de interés geológico y geomorfológico: El diseño de geoitinerarios a pie y en coche en espacios naturales y urbanos, la formación de la población local y de las empresas de turismo activo, la celebración de los geodías, el día internacional de la geodiversidad o de los volcanes, diversas actividades de divulgación y transferencia o con la reforma de centros de interpretación del patrimonio volcánico de ambos geoparques. Todas estas iniciativas están acordes con el geoturismo. De hecho, desde las propias webs de los dos geoparques se hace alusión a múltiples actividades cuyo objetivo no es otro que promover el desarrollo territorial a través del geoturismo, atendiendo tanto a la aproximación geológica como a la geográfica del concepto, al tener muy en cuenta el patrimonio natural y cultural de los mismos.

13. 4. EL PROYECTO VOLTURMAC: VOLCANO TURISMO EN LOS GEOPARQUES DE CANARIAS

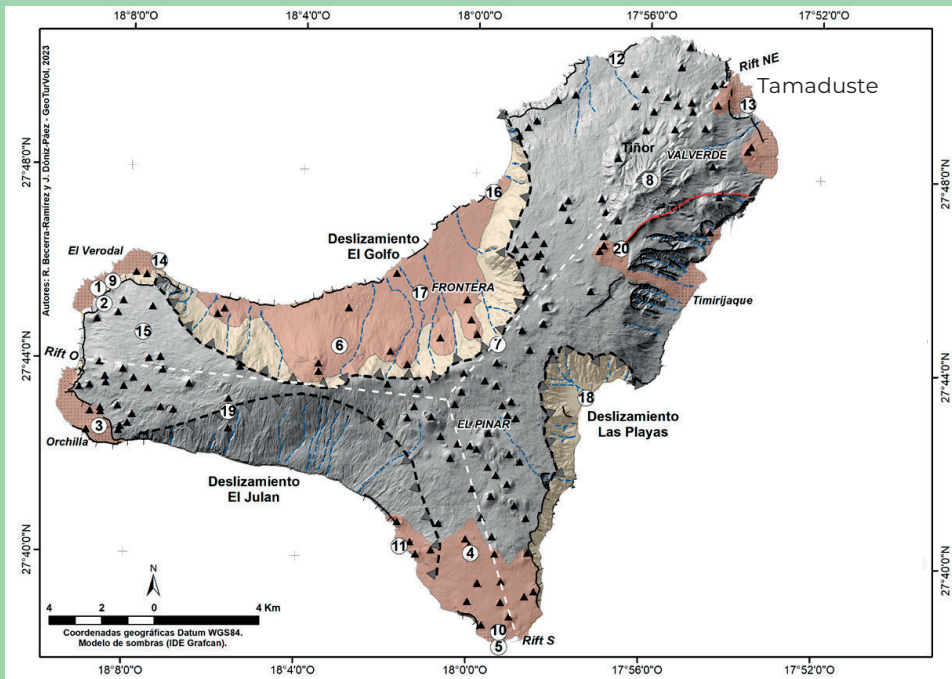
El objetivo general del proyecto Volturmac es contribuir al fortalecimiento de la conservación, protección, fomento y desarrollo del patrimonio natural y cultural asociado al fenómeno volcánico en la Macaronesia mediante la potenciación del volcano turismo. Para ello se han definido tres objetivos específicos y nueve actividades. De todos ellos, en este trabajo nos atañen los objetivos uno de analizar, evaluar e identificar el potencial del volcano turismo en la Macaronesia y el dos de crear itinerarios y geo-rutas turísticas que revaloricen los recursos naturales y culturales de los volcanes de la Macaronesia. A su vez, dentro del primer objetivo específico las actividades implicadas son las de identificación, selección, caracterización, cartografía y valoración de los lugares de interés geológico y geomorfológico y del segundo objetivo las actividades de diseño, creación y revalorización de itinerarios volcano turísticos y de paisaje en la Macaronesia tanto en el ámbito natural como urbano y la puesta en valor de los activos naturales y culturales de los volcanes de la Macaronesia a través de la generación de productos turísticos (cultural, paisaje, gastronomía, etc.).

En relación con todo lo expuesto, a continuación, se relatan dos ejemplos de nuevos productos geoturísticos creados dentro del marco del proyecto Volturmac asociados con los geoparques canarios. En el primer caso, está la identificación de los lugares de interés geoturístico del geoparque de El Hierro y en segundo, la creación de un itinerario de geoturismo urbano en el casco histórico y alrededores de Tegui en el de Lanzarote y Archipiélago Chinijo.

En el geoparque mundial Unesco de El Hierro se identificaron veinte LIGTs (Fig. 4) que son representativos de la geología, la geomorfología, la geodiversidad y los paisajes herreños; están relativamente bien conservados y son accesibles, exceptuando la erupción submarina del volcán Tagoro de 2011-2012, pero cuyo interés turístico es innegable asociado con todas las actividades de buceo en la reserva marina del Mar de Las Calmas. Dentro de los LIGTs seleccionados están los relacionados con procesos tectónicos en el Edificio Tiñor como la falla de San Andrés. Varios LIGTs corresponden con formas volcánicas directas como los volcanes magmáticos de Lomo Negro, Montaña Escobar, Orchilla o Corona del Lajial; o como los volcanes hidromagmáticos de Hoya Fileba, Ventejís o el anillo de tobas de El Verdol. También son destacables los LIGTs vinculados con los campos lávicos de morfologías superficiales muy diversas de tipo *pahoehoe*, *aa* o en bloques como Los Lajiales, la cala de Tacorón o El Tamaduste. Igualmente significativos son los LIGTs asociados con los grandes deslizamientos de El Golfo, Las Playas o el Julan y en los que se pueden reconocer tanto formas volcánicas como erosivas y sedimentarias. Por último, no menos importantes son los LIGTs que se generan a partir de los procesos de desmantelamiento como Las Playas o Arenas Blancas, en las que podemos encontrar playas de cantos y arenas, algunos sistemas dunares de origen organógeno y pequeñas geoformas fósiles. Además del rico y variado patrimonio geomorfológico de los lugares seleccionados, está todo el patrimonio cultural que los acompaña

relacionado con aspectos arqueológicos como los petroglifos de El Julan, pero también con paisajes rurales identitarios de la isla, como pueden ser Las Puntas o La Dehesa con sus muros de piedra seca y las goronas; o con el poblamiento tradicional y emblemático en el Pozo de la Calcosas con sus construcciones en piedra y sus techos de madera y paja.

En el caso del geoparque mundial Unesco de Lanzarote y Archipiélago Chinijo se propone por primera vez un itinerario de geoturismo urbano en el casco histórico de la Villa de Tegui (Fig. 5). Su elección responde a que la primera capital insular; que su ubicación y emplazamiento son ideales para el turismo por las panorámicas desde el volcán de Guanapay, pero también desde otros puntos de la isla; que se localiza en un entorno geomorfológico singular del macizo volcánico de Famara rejuvenecido por erupciones recientes y donde se reconocen desde geoformas volcánicas, de erosión y de acumulación y que cuenta con uno de los mejores ejemplos de patrimonio cultural inmueble conservado del geo-parque. En este sentido, se han seleccionado un total de doce lugares pertenecientes tanto a la arquitectura religiosa (Iglesia Nuestra Señora de Guadalupe, Convento de San Francisco, Ermita de San Rafael, etc.) como civil y dentro de esta última, se han seleccionado inmuebles que corresponden a la arquitectura militar (Castillo de Santa Bárbara) o doméstica (Palacio del Marqués, La Cilla, etc.). Los materiales volcánicos empleados en la construcción y ornamentación están asociados con los volcanes de canteras próximas y destacan las lavas de color negro, los emblemáticos basaltos molineros, las tobas de color rojizo, los cantos de barranco, etc. que se pueden apreciar en fachadas, espadañas, imafrentes, vanos, columnas, arcos, aceras, suelos, etc. Se trata de un itinerario de baja dificultad, que discurre casi todo el tiempo por carretera asfaltada o pista de tierra, con una longitud en torno a los 4 km de recorrido, con un desnivel máximo no superior a los 200 metros y que se puede realizar en cualquier época del año dado las condiciones semiáridas del clima de Tegui.

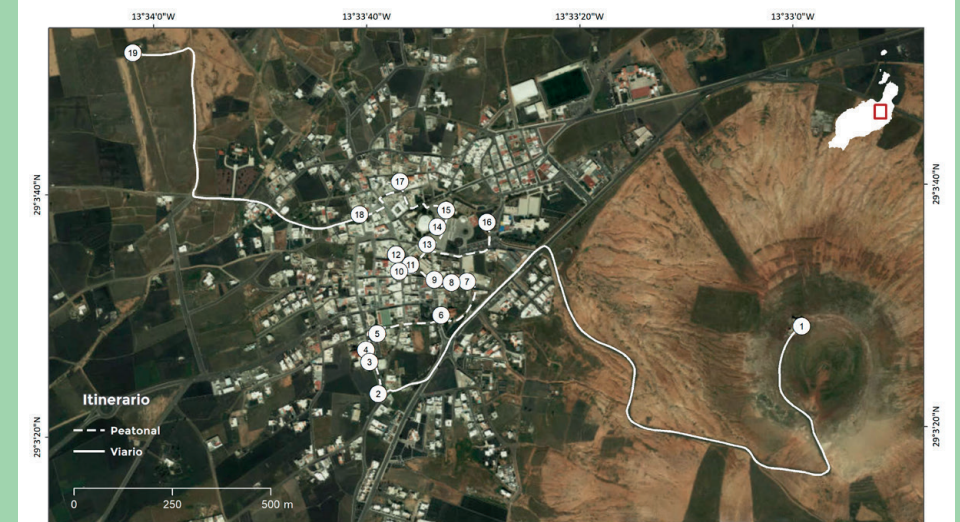


○ Paradas propuestas

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. Lomo Negro | 11. Cala de Tacorón |
| 2. Montaña Escobar | 12. Pozo de Las Calcosas |
| 3. Volcán de Orchilla | 13. El Tamaduste |
| 4. Volcán Corona del Lajial | 14. Playa de Arenas Blancas |
| 5. Volcán submarino | 15. La Dehesa |
| 6. Volcán Tanganasoga | 16. Las Puntas |
| 7. Hoya Fileba | 17. EL Golfo |
| 8. Ventejís | 18. Las Playas |
| 9. Anillo de tobas El Verodal | 19. El Julán |
| 10. Los Lajiales | 20. Falla de San Andrés |

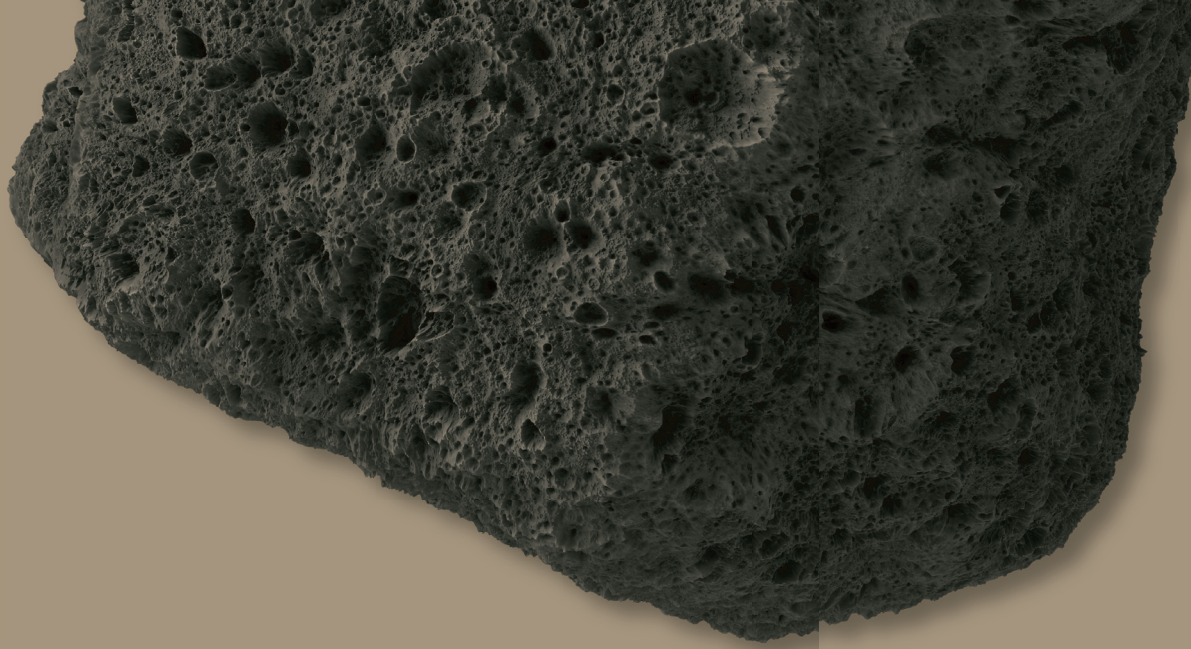
- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| ▲ Conos piroclásticos | ■ Volcanismo holoceno |
| ■ Falla San Andrés | ■ Deltas lávicos |
| ▲ Cicatriz de deslizamiento | ■ Taludes |
| — Acantilados | ■ Playas |
| ■ Barrancos | |

Figura 4. Propuesta de lugares de interés geoturístico en el geoparque mundial Unesco de El Hierro elaborada dentro del proyecto Volturmac con el objetivo de potenciar el geopatrimonio en espacios naturales. Fuente: GeoTurVol 2023



- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Castillo de Santa Bárbara-Museo de la Piratería | 9. Callejón de la Sangre |
| 2. Iglesia Nuestra Sra. de Guadalupe de Teguise | 10. Caseo Museo Palacio Spíbola |
| 3. Casa Consistorial | 11. Plaza de La Constitución |
| 4. Convento y Ayuntamiento de Santo Domingo | 12. Galería de Arte Cabra Cabra |
| 5. Casa Consistorial | 13. La Cilla - Almacén de Cereales |
| 6. Convento San Francisco | 14. Plaza de La Mareta |
| 7. Teatro Municipal | 15. Mercadillo de Teguise |
| 8. Palacio del Marqués | 16. Molino de Teguise |
| | 17. Ermita de la Veracruz |
| | 19. Ermita San Rafael |

Figura 4. Propuesta de itinerario de geoturismo urbano en Teguise en Lanzarote elaborada dentro del proyecto Volturmac con el objetivo de potenciar el geopatrimonio en espacios urbanos. Fuente: GeoTurVol 2023.



05

Para saber más

Bibliografía

- Abdel-Monem, A.; Walkins, N.D. y Gast, P. (1971). Potassium-argon ages, volcanic stratigraphy and geomagnetic polarity history of the Canary Islands: Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria and La Gomera. *American Journal of Science* 271:490–521.
- Ahijado, A. (1992). Características mineralógicas de una sóvita pirofánica de la Punta del Peñón Blanco, Fuerteventura, Canarias. *Geogaceta* 12: 81-82.
- Ahijado, A. (1999). Las intrusiones plutónicas e hipoabisales del sector meridional del Complejo Basal de Fuerteventura. Tesis Doctoral. Departamento de Petrología y Geoquímica. Universidad Complutense de Madrid, Madrid. 392 pp.
- Ahijado, A. y Hernández-Pacheco, A. (1990). Las rocas ultramáficas alcalinas del Jable de Salinas, Fuerteventura, Islas Canarias. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 3: 275-287.
- Ahijado, A. y Palacios, T. (1991a). Synchronicity in the carbonatites of the Punta del Peñón Blanco, Fuerteventura, Islas Canarias. *Geogaceta* 10. 83-84.
- Ahijado, A.; Hernández-Pacheco, A. y Mata, J. (1991b). Características geoquímicas de las carbonatitas de la Punta del Peñón Blanco. Fuerteventura. Canarias. *Geogaceta* 11: 120-122.
- Ahijado, A. y Hernández-Pacheco, A. (1992). El complejo ultramáfico-carbonatítico del Macizo de Amanay, Fuerteventura, Islas Canarias. *Actas del III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*. Salamanca. Tomo 1: 315-318.
- Ahijado, A.; Casillas, R. y Hernández-Pacheco, A. (2001). The dike swarms of the Amanay Massif, Fuerteventura, Canary Islands. *Journal of Asian Earth Sciences* 19: 333-345.
- Ahijado, A.; Casillas, R.; Nagy, G. y Fernández, C. (2005). Sr-rich minerals in a carbonatite skarn, Fuerteventura, Canary Islands (Spain). *Mineralogy and Petrology* 84 (1-2): 107-127.
- Albert, H.; Costa, F., & Martí, J. (2016). Years to weeks of seismic unrest and magmatic intrusions precede monogenetic eruptions. *Geology*, 44(3), 211-214.
- Araña, V. (1999). Comentarios sobre la erupción del Volcán Teneguía en 1971. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7(3), 262-266.
- Alves, C.A.M.; Macedo, J.R.; Silva, L.C.; Serralheiro, A. y Faria, A.F.P. (1979). Estudo geológico, petrológico e vulcanológico da ilha de Santiago (Cabo Verde). *Garcia da Orta, Série de Geologia* 3: 47-74.
- Allibon, J.; Bussy, F.; Lewin, E. y Darbellay, B. (2011a). The tectonically controlled emplacement of a vertically sheeted gabbro–pyroxenite intrusion: Feeder-zone of an ocean-island volcano (Fuerteventura, Canary Islands). *Tectonophysics* 500: 78–97.
- Allibon, J.; Ovtcharova, M.; Bussy, F.; Cosca, M.; Schaltegger, U.; Bussien, D. y Lewin, E. (2011b). Lifetime of an ocean island volcano feeder zone: constraints from U–Pb dating on coexisting zircon and baddeleyite, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age determinations, Fuerteventura, Canary Islands. *Canadian Journal Earth Sciences* 48: 567–592.
- Ancochea, E.; Fúster, J.M.; Ibarrola, E.; Cendrero, A.; Hernán, F.; Cantagrel, J.M. y Jamond, C. (1990). Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K–Ar data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 44: 231–249.
- Ancochea, E.; Hernán, F.; Cendrero, A.; Cantagrel, J. M.; Fúster, J. M.; Ibarrola, E. & Coello, J. (1994). Constructive and destructive episodes in the building of a young oceanic island, La Palma, Canary Islands, and the genesis of the Caldera de Taburiente. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 60: 243-262.
- Ancochea, E.; Brandle, J.L.; Cubas, C. R.; Hernán, F. y Huertas, M. J. (1996). Volcanic complexes in the eastern ridge of the Canary Islands: the Miocene activity of the Island of Fuerteventura. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 70: 183-204.

- Ancochea, E.; Hernán, F.; Huertas, M.J.; Brändle, J.L. & Herrera, R. (2006). A new chronostratigraphical and evolutionary model for La Gomera: Implications for the overall evolution of the Canarian Archipelago. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 157: 271-293.
- Ancochea, E.; Huertas, M.J.; Hernán, F. & Brändle, J.L. (2010). Volcanic evolution of São Vicente, Cape Verde Islands: the Praia Grande landslide. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 198: 143-157.
- Ancochea, E.; Hernán, F.; Huertas, M.J. & Brändle, J.L. (2012). The basaltic dikes of Boa Vista (Cape Verde Islands). Their significance in the interpretation of the evolution of the island. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 243-244: 24-37.
- Ancochea, E.; Huertas, J.M.; Hernán, F.; Brändle, J.L. & Alonso, M. (2015). Structure, composition and age of the small islands of Santa Luzia, Branco and Raso (Cape Verde Archipelago). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 302: 257-272.
- Anguita, F. & Hernán, F. (1975). A propagating fracture model versus a hotspot origin for the Canary Islands. *Earth Planetary Science Letters* 27: 11-19.
- Anguita, F. & Hernán, F. (2000). The Canary Islands origin: a unifying model. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 103: 1-26.
- Araña, V. & Ortiz, R. (1991). The Canary Islands: tectonics, magmatism and geodynamic framework. En: Kampunzu, A.B., Lubala, R.T. (Eds.), *Magmatism in Extensional Structural Settings: The Phanerozoic African Plate*. Springer, New York: 209-249.
- Arouca declaration (2011). Recuperado de: <https://www.europeangeparks.org/?p=223>.
- Atoche Peña, P. (2006). Canarias en la Fase Romana (circa s. I a. n. e. al s. III d. n. e.): Los hallazgos arqueológicos. *Almogaren*. XXXVII, 27 - 59.

- Azéma, J.; Fourcade, E. & de Wever, P. (1990). Découverte de Valanginien inférieur à Calpionelles à Maio (République du Cap Vert): discussion de l'âge des sédiments associés aux laves de type MORB de ce secteur de l'Atlantique Central. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 310: 277-283.
- Balogh, K.; Ahijado, A.; Casillas, R.; y Fernández, C. (1999). Contributions to the chronology of the Basal Complex of Fuerteventura, Canary Islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 90(1-2): 81-102.
- Barrera, J. L.; Fernández Santín, S.; Fúster, J. M. y Ibarrola, E. (1981). Ijolitas-Sienitas-Carbonatitas de los Macizos del Norte de Fuerteventura. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España* 92: 309-21.
- Barrera, J.L. (2009). Edificios y morfologías volcánicas de las Islas Canarias. En: García-Cortés A, Águeda Villar J, Palacio Suárez-Valgrande J, Salvador González CI (eds.). *Contextos Geológicos españoles y Geosites. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid, pp 146-156.
- Beltrán-Yanes, E.; Dóniz-Páez, J.; & Esquivel-Sigut, I. (2020). Chinyero Volcanic Landscape Trail (Canary Islands, Spain): A Geotourism Proposal to Identify Natural and Cultural Heritage in Volcanic Areas. *Geosciences*, 10, 453. <https://doi.org/10.3390/geosciences10110453>.
- Bernard-Griffiths, J.; Cantagrel, J.M.; Alves, C.; Mendes, F.; Serralheiro, A. & Macedo, J. (1975). Geochronologie: Données radiométriques potassium-argon sur quelques formations magmatiques des îles de l'archipel du Cap Vert. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série D* 280: 2429-2432.
- Bonnin, M.; Nolet, N.; Villase, A.; Gallart, J. & Thomas, T. (2014). Multiple-frequency tomography of the upper mantle beneath the African/Iberian collision zone. *Geophysical Journal International* 198: 1458-1473. DOI: 10.1093/gji/ggu214.

- Carcavilla, L.; Delvene, G.; Díaz-Martínez, E.; García-Cortés, Á.; Lozano, G.; Rábano, I.; Sánchez, A. & Vegas, J. (2014). Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España. 21 p. Madrid. NIPO: 474-11-012-3. Edición Parques Nacionales.
- Carcavilla, L. e Hilario, A. (2021). Geoparques en España: factores clave de su implantación, retos y consideraciones geológicas para su futuro crecimiento. De re metallica (Madrid): revista de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, (36), 15-32.
- Carcavilla, L.; Cabrera, A.; Díaz-Martínez, E.; Luengo, J. y Vegas, J. (2022). Treinta años de geoconservación en España. Museologia e Patrimônio, 15(1).
- Caldeira, R. & Silva, I.C. (2008). Intra-volcanic layered intrusions in Sal island (Cape Verde Archipelago): insights into an ocean island root zone. *Geochimica and Cosmochimica Acta* 72 (12) sup.1, A129.
- Cantagrel, J. M.; Cendrero, A.; Fúster, J. M.; Ibarrola, E & Jamond, C. (1984). K-Ar Chronology of the Volcanic Eruptions in the Canarian Archipelago: Island of La Gomera. *Bulletin of Volcanology* 47(3): 597-609.
- Cantagrel, J. M.; Fúster, J. M.; Pin, C.; Renaud, U. & Ibarrola, E. (1993). Age Miocène inférieur des carbonatites de Fuerteventura. *Compte Rendu de la Academie de Sciences, Paris* 316: 1147-1153.
- Carracedo, J. (1999). Growth, structure, instability and collapse of Canarian volcanoes and comparisons with Hawaiian volcanoes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 94 (1-4): 1-19.
- Carracedo, J.C. (2011). Métodos de datación de las rocas volcánicas y edad del volcanismo de las Islas Canarias. En: *Geología de Canarias I: origen, evolución, edad y volcanismo*. Ed. Rueda. 127-181.
- Carracedo, J.C.; Day, S.J.; Guillou, H.; Rodríguez Badiola, E.; Canas, J. A. & Pérez Torrado, F.J. (1998). Hotspot volcanism close to a passive continental margin: the Canary Islands. *Geological Magazine* 135: 597-604.
- Carracedo, J.C.; Day, S.J.; Guillou, H. & Gravestock, P. (1999a). Later stages of volcanic evolution of La Palma, Canary islands: Rift evolution, giant landslides, and the genesis of the Caldera de Taburiente. *Geological Society of America Bulletin* 111: 755-768.
- Carracedo, J.C.; Day, S.S.; Guillou, H. & Pérez Torrado, F.J. (1999b). Giant quaternary landslides in the evolution of La Palma and El Hierro, Canary Islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 94(1-3): 165-190.
- Carracedo, J.C.; Badiola, E.R.; Guillou, H.; De La Nuez, J. & Pérez Torrado, F.J. (2001). Geology and volcanology of La Palma and El Hierro, Western Canaries. *Estudios Geológicos* 57: 175-273.
- Carracedo, J. C., Troll, V. R., Day, J. M., Geiger, H., Aulinas, M., Soler, V., .. & Albert, H. (2022). The 2021 eruption of the cumbre vieja volcanic ridge on la palma, canary islands. *Geology Today*, 38(3), 94-107.
- Casillas, R.; de la Nuez, J.; Fernández, C.; García-Navarro, E.; Colmenero, J.R. y Martín, M.C. (2008a). La secuencia volcánica submarina del Complejo Basal de La Gomera. *Geotemas* 10:1273-1276.
- Casillas, R.; Fernández, C.; Ahijado, A.; Gutiérrez, M.; García-Navarro, E. y Camacho, M. (2008b). Excursión post-congreso nº 2: Crecimiento temprano y evolución tectónica de la Isla de Fuerteventura. En: *Geogüía nº 6: Itinerarios Geológicos por las Islas Canarias: Fuerteventura, Lanzarote, La Gomera y El Hierro*. Editores: Pérez-Torrado, F. y Cabrera, M.C. Sociedad Geológica de España. 59-89.
- Casillas, R.; Fernández, C.; Colmenero, J.R.; Nuez, J. Gracia-Navarro, E. & Martín, C. (2010). Deformation structures associated with the Tazo landslide (La Gomera, Canary Islands). *Bulletin of Volcanology* 72: 945-960.
- Casillas, R., Torres, J.M. (2011a). Inventario de recursos vulcanológicos de Fuerteventura. Cabildo de Fuerteventura, 155 pp.

- Casillas, J.R.; Colmenero, J. R.; de la Nuez, J. & Fernández, C. (2011b). Deposits associated with giant gravitational landslides of the flanks of the volcanic edifices of the Canary Islands: Examples of La Gomera, La Palma and Fuerteventura. Abstracts, 28th IAS Meeting of Sedimentology. Zaragoza, Spain.

- Casillas, R.; de la Nuez, J.; Colmenero, J.R. y Fernández, C. (2016). El Complejo Lóbulo-Hialoclastítico Traquítico de la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias). *Geotemas* 16(1): 399-403.

- Casillas, R.; de la Nuez, J.; Fernández, C.; Colmenero, J.R.; Jourdan, F.; Harangi S. & Réka Lukács, R. (2020). Edad de las rocas volcánicas submarinas y plutónicas del Complejo Basal de La Palma: implicaciones en la evolución geológica temprana de la isla. *Geogaceta*, 67, 47-50.

- Casillas, R.; Pérez Candelario, Y. & Ferro Fernández, C. (2023). Geoheritage Inventory of the El Hierro UNESCO Global Geopark. In: Dóniz-Páez, J., Pérez, N.M. (eds) *El Hierro Island Global Geopark. Geoheritage, Geoparks and Geotourism*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07289-5_4

- Castillo, C.; López, M.; Martín, M. y Rando, J.C. (1996) La paleontología de vertebrados en Canarias. *Revista Española de Paleontología* n° extr., 237-247.

- Castillo, C.; Martín-González, E. & Martín Oval, M. (2001). Valoración del patrimonio paleontológico de Canarias: propuesta de Puntos de Especial Interés Paleontológico. *Revista Española de Paleontología*, 11, 105-115.

- Castillo, C.; Usera, J.; Liché, D.; De la Nuez, J. y Casillas, R. (2002). Estudio preliminar de los foraminíferos de la formación volcánica submarina de La Palma (Islas Canarias). XVIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología-II Congreso Ibérico de Paleontología.

- Cendrero, A. (1967). Nota previa sobre la geología del Complejo Basal de la isla de La Gomera (Canarias). *Estudios Geológicos* 23: 71-79.

- Cendrero, A. (1970). The Volcano-plutonic Complex of La Gomera. *Bulletin of Volcanology* 84: 561-587.

- Cendrero, A. (1971). Estudio Geológico y Petrológico del complejo basal de la Isla de La Gomera (Canarias). *Estudios Geológicos* 27: 3-73.

- Coello, J.; Cantagrel, J. M.; Hernán, F.; Fúster, J. M.; Ibarrola, E.; Ancochea, E.; Casquet, C.; Jamond, J. & Cendrero, A. (1992). Evolution of the eastern volcanic ridge of the Canary Islands based on new K-Ar data. *Journal of Volcanological and Geothermal Research* 53: 251-74.

- Da Silva, D. (2015). Cartografia Geológica Digital em SIG Aplicação à Ilha de Santa Luzia Arquipélago de Cabo Verde. Trabajo de Fin de Master. Universidad de Lisboa. 143 pp.

- Dadd, K.A.; Locmelis, M.; Higgins, K. & Hashimoto, T. (2011). Cenozoic volcanism of the Capel-Faust Basins, Lord Howe Rise, SW Pacific Ocean. *Deep- Sea Research II* 58: 922-932.

- Davies, G. F.; Norry, M.J.; Gerlach, D.C.; & Cliff, R.A. (1989). A combined chemical and Pb-Sr-Nd isotope study of the Azores and Cape Verde hotspots: The geodynamic implications. En: *Magmatism in the Ocean Basins*, Saunders, A.D. y Norry, M.J. (Eds.). *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 42: 231-255.

- De Ignacio, C.; Muñoz, M.; Sagredo, J.; Fernández-Santín, S. & Johansson, A. (2006). Isotope geochemistry and FOZO mantle component of the alkaline-carbonatitic association of Fuerteventura, Canary Islands, Spain. *Chemical Geology* 232: 99-113.

- De Ignacio, C.; Muñoz, M. & Sagredo, J. (2012). Carbonatites and associated nephelinites from São Vicente, Cape Verde Islands. *Mineralogical Magazine* 76(2): 311-355.

- De la Nuez, J., (1984). El Complejo intrusivo subvolcánico de la Caldera de Taburiente (La Palma, Canarias). Tesis Doctoral, Departamento de Petrología y Geoquímica. Universidad Complutense de Madrid, 401 pp.

- De la Nuez, J.; Casillas, R.; Quesada, M.L.; Fernández, C. y Colmenero, J.R. (2016). Caracterización geoquímica del complejo lóbulo-hialoclastítico submarino de la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias). *Geotemas* 16(1): 407-411.

- Demény, A.; Ahijado, A.; Casillas, R. & Vennemann, T. W. (1998a). Crustal contamination and fluid/rock interaction in the carbonatites of Fuerteventura (Canary Islands, Spain): a C, O, H isotope study. *Lithos* 44 (3-4): 101-15.

- Demény, A.; Ahijado, A.; Casillas, R.; Fallick, A.E. & Boyce, A.J. (1998b). Crustal contamination of carbonates indicated by ^{34}S - ^{13}C correlations. *RMZ: Materials and Geoenvironment* 45 (1-2): 20-21.

- Demény, A.; Vennemann, T. W.; Hegner, E.; Ahijado, A.; Casillas, R.; Nagy, G.; Homonnay, Z.; Gutierrez, M. & Szabo, C. (2004). H, O, Sr, Nd, and Pb isotopic evidence for recycled oceanic crust in the Transitional Volcanic Group of Fuerteventura, Canary Islands, Spain. *Chemical Geology* 205: 37-54.

- Démeny, A.; Casillas, R.; de la Nuez, J.; Milton, J.A. & Nagy, G. (2008b). Carbonate xenoliths in La Palma: Carbonatite or alteration product? *Chemie der Erde – Geochemistry* 68: 369-381. DOI: 10.1016/j.chemer.2008.05.002

- Démeny, A.; Casillas, R.; Hegner, E.; Vennemann, T. W.; Nagy, G. & Sipos, P. (2010). Geochemical and H-O-Sr-Nd isotope evidence for magmatic processes and meteoric-water interactions in the Basal Complex of La Gomera, Canary Islands. *Mineralogy and Petrology* 98: 181-195. DOI: 10.1007/s00710-009-0071-4.

- De Paepe, P.; Klerkx, J.; Hertogen, J. & Plinke, P. (1974). Oceanic tholeiites on the Cape Verde Islands: petrochemical and geochemical evidence. *Earth Planetary Science Letters* 22: 347-354.

DOI:10.1016/0012-821X(74)90144-7.- Di Roberto, A., Bertagnini, A., Del Carlo, P., Meletlidis, S., & Pompilio, M. (2016). The 1909 Chinyero eruption on Tenerife (Canary Islands): Insights from historical accounts, and tephrostratigraphic and geochemical data. *Bulletin of Volcanology*, 78, 1-17.

- Díaz-Martínez, E.; Meléndez, G.; Lozano, R.P. & Arbizu, M. (2012). La conservación del patrimonio geológico mueble. *Geo-Temas* 13, 605-608.

- Díaz-Martínez, E.; Carcavilla, L. & García-Cortés, Á. (2013). Los fósiles son elementos geológicos y el patrimonio paleontológico es un tipo de patrimonio natural. *Cuadernos del Museo Geominero* 15, 583-589.

- Dóniz-Páez, J.; Beltrán Yanes, E.; Becerra-Ramírez, R.; Pérez, N., Hernández, P. & Hernández, W. (2020). Diversity of volcanic geoheritage in the Canary Islands, Spain. *Geosciences*, núm. 10, 390. <https://doi.org/10.3390/geosciences10100390>.

- Dóniz-Páez, J.; Becerra-Ramírez, R. & Beltrán-Yanes, E. (2021). Geomorfositos en el Geoparque Mundial Unesco de El Hierro (Islas Canarias, España) para fomentar el geoturismo en espacios volcánicos. *Revista de Geografía Norte Grande*, 80: 165-186.

- Dóniz-Páez, J. & Pérez, N. (2023). El Hierro Island Global Geopark. Diversity of Volcanic Heritage for Geotourism. Ed. Springer. 124 p.

- Dowling, R. (2013). Global geotourism: An emerging form of sustainable tourism. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 59-79. doi: 10.2478/cjot-2013-0004.

- Dowling R. Newsome, D. (2018). Geotourism: definition, characteristics and international perspectives. En: R. Dowling R. & D. Newsome (Eds.), *Handbook of Geotourism* (pp. 1-22). Cheltenham: Edward Elgar.

- Duggen, S.; Hoernle, K.A.; Hauff, F.; Klugel, A.; Bouabdellah, M. & Thirlwall, M. (2009). Flow of Canary mantle plume material through a subcontinental lithospheric corridor beneath Africa to the Mediterranean. *Geology* 37(3): 283–286. DOI:10.1130/G25426A.1

- Duprat, H.; Friis, J.; Holm, P.; Grandvuinet, T. & Sørensen, R. (2007). The volcanic and geochemical development of São Nicolau, Cape Verde Islands: constraints from field and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ evidence. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 162 (1–2): 1–19. DOI:10.1016/j.jvolgeores.2007.01.001.

- Dyhr, C. & Holm, P. (2010). A volcanological and geochemical investigation of Boa Vista, Cape Verde Islands; $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology and field constraints. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 189 (1–2): 19–32.

- Fernández, C.; Casillas, R.; García-Navarro, E.; Gutiérrez, M.; Camacho, M. & Ahijado, A. (2006). Miocene rifting of Fuerteventura (Canary Islands). *Tectonics* 25(6).

- Fernández, C.; Casillas, R.; de la Nuez, J.; Garcia-Navarro, E. & Camacho, M.A. (2014). Deformation of the substratum of a large shield volcano: triggering factor for fast flank collapses in the old volcanic edifice of La Gomera, Canary Islands. *Geological Society of America Bulletin*. DOI: 10.113D/B30971.1.

- Fernández Navarro, L. (1919). Las erupciones de fecha histórica en Canarias. *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo XI. Memoria 2ª: 37-71.

- Fernández Santin, S. (1979). Procesos de propilitización en rocas salicas del complejo basal de la isla de La Gomera (Canarias). *III Asam. Nac. Geod. Geofis.* III:1633–1654.

- Foeken, J.; Day, S. & Stuart, F. (2009). Cosmogenic ^3He exposure dating of the Quaternary basalts from Fogo, Cape Verdes: implications for rift zone and magmatic reorganisation. *Quaternary Geochronology* 4 (1): 37–49.

- Fúster, J.M.; Cendrero, A.; Gastesi, P.; Ibarrola, E. y Lopez Ruiz, J. (1968). *Geología y vulcanología de las Islas Canarias-Fuerteventura*. Instituto “Lucas Mallada”. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 239 pp.

- Fúster, J.M.; Muñoz, M.; Sagredo, J.; Yébenes, A.; Bravo, T. y Hernández- Pacheco, A. (1980). Excursión nº 121 A+c del 26º I.G.C. a las Islas Canarias. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España XCII-II*: 351-390.

- Galindo, I.; Sánchez, N.; Romero, C.; Vegas, J.; Mateo, E. y Guillén, C. (2015). Sol, playa y mucha geología. *Tierra y Tecnología: Revista de Información Geológica*. 46

- Galindo, I., Romero, C., Coello-Bravo, J.J., Sánchez, N., Martín-González, E. y Vegas, J. (2019). Propuesta de contextos geológicos regionales para el inventario de patrimonio geológico de las Islas Canarias. *Geogaceta*, 65, 39-42.

- Galindo, I., Martín-González, E., Sánchez, N., Vegas, J., Romero, C., Lozano, G., Márquez, A., Coello, J.J., Casillas, R., Martín-Luis, C., León, R., Vázquez, J.-T., Yepes, J. y Mangas, J. (2022). Inventario de Lugares de Interés Geológico de las Islas Canarias. *Geo-Temas* 19, 28-31.

- Geldmacher, J.; Hoernle, K.; Bogaard, P.V.D.; Duggen, S. & Werner, R. (2005). New $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age and geochemical data from seamounts in the Canary and Madeira volcanic provinces: a contribution to the “Great Plume Debate”. *Earth and Planetary Science Letters* 237: 85–101.

- Gerlach, D. C.; Cliff, C.A.; Davies, G.R.; Norry, M.J. & Hodgson, N. (1988). Magma sources of the Cape Verdes archipelago: Isotopic and trace element constraints. *Geochimica and Cosmochimica. Acta* 52: 2979–2992. doi:10.1016/0016-7037(88)90162-7.

- Goes, S.; Spakman, W. & Bijwaard, H. (1999). A lower mantle source for central european volcanism. *Science* 286(5446): 1928–1931.

- Guillén, C. y Mateo, E. (2019). Lanzarote, un Geoparque Único. En Mateo E, Martínez-Frías J, Vegas J (eds) Geoparque Lanzarote e Islas Chinijo: De la Tierra al Espacio. Geopatrimonio, Geoparques y Geoturismo. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13130-2_1.

- Guillén Martín, C. y Mateo Mederos, E. (2023). Geoconservación y uso responsable del territorio: experiencias del Geoparque Mundial de la UNESCO de Lanzarote y las Islas Chinijo. *Investigación de geoconservación*, 6 (1), 161-177.

- Guillén, C.; Romero, M. C. & Galindo, I. (2023). Review of Submarine Eruptions in El Hierro Prior to Tagoro. In *El Hierro Island* (pp. 41-58). Cham: Springer International Publishing.

- Guillou, H.; Carracedo, J.C. & Day S.J. (1998). Dating of the Upper Pleistocene- Holocene volcanic activity of La Palma using the unspiked K - Ar technique. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 86(1-4): 137-149.

- Guillou, H.; Carracedo, J.C. & Duncan, R.A. (2001). K-Ar, ⁴⁰Ar-³⁹Ar ages and magnetostratigraphy of Brunhes and Matuyama lava sequences from La Palma Island. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 106: 175-194.

- Gurenko, A.A.; Hoernle, K.A.; Sobolev, A.V.; Hauff, F. & Schmincke, H.U. (2010). Source components of the Gran Canaria (Canary Islands) shield stage magmas: evidence from olivine composition and Sr-Nd-Pb isotopes. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 159: 689-702.

- Gutiérrez, M. (2000). Estudio petrológico, geoquímico y estructural de la serie volcánica submarina del Complejo Basal de Fuerteventura (Islas Canarias): caracterización del crecimiento submarino y de la emersión de la Isla. Tesis Doctoral, Departamento de Edafología y Geología. Universidad de La Laguna. La Laguna. 533 pp.

- Gutiérrez, M.; Casillas, R.; Fernández, C.; Balogh, K.; Ahijado, A. y Castillo, C. (2002). La serie volcánica submarina del Complejo Basal de Fuerteventura: crecimiento submarino y emersión de la isla. *Geogaceta* 32: 250-54.

- Gutiérrez, M.; Casillas, R.; Fernández, C.; Balogh, K.; Ahijado, A.; Castillo, C.; Colmenero, J. R. & García-Navarro, E. (2006). The submarine volcanic succession of the Basal Complex of Fuerteventura, Canary Islands: A model of submarine growth and emersion of some tectonic volcanic islands. *Geological Society American Bulletin* 118: 785-804.

- Hernández Pacheco, E. (1960). En relación con las grandes erupciones volcánicas del S. XVIII y 1824 en Lanzarote. *El Museo Canario*, 73-74: 230-254.

- Hernández-Pacheco, A. (1971). Nota previa sobre el Complejo Basal de la Isla de La Palma (Canarias). *Estudios Geológicos* 27: 255-265.

- Hernández-Pacheco, A. & Ibarrola, E. (1973). Geochemical variation trends between the different Canary Islands in relation to their geological position. *Lithos* 6, 389-402.

- Hernández-Pacheco, A. y Fernández-Santín, S. (1974). Las formaciones volcánicas submarinas de la Caldera de Taburiente en La Palma (Canarias) y sus transformaciones metasomáticas. *Proc. Symp. Andean Antarctic Volcanol. Problems*. Santiago, Chile. IAVCEI. 14 págs.

- Hernández-Pacheco, A. & Vals, M. C. (1982). The historical eruptions of La Palma Island (Canarias), Archipelago. *Rev Univ Azores Ser C Nat*, 3, 83-94.

- Hernández, W.; Dóniz-Páez, J. & Pérez, N.M. (2022). Urban Geotourism in La Palma, Canary Islands, Spain. *Land*, 11, 1337. <https://doi.org/10.3390/land11081337>

- Herrera, R.; Huertas, M.J. y Ancochea, E. (2008). Edades ⁴⁰Ar-³⁹Ar del Complejo Basal de la isla de La Gomera. *Geogaceta* 44: 7-10.

- Herrera-Franco, G.; Montalván Burbano, N.; Carrión Mero, P.; Apolo Masache, B. & Jaya-Montalvo, M. (2020). Research trends in geotourism: A bibliometric analysis using the scopus database. *Geosciences*, 10 (10), 379.
- Hilario, A., Carcavilla, L. 2020. 20 years of Spanish geoparks: analysis and future projects. *Geoheritage*. 12:87. 2020. 18 p.
- Hildenbrand, A.; Gillot, P.Y.; Soler, V. & Lahitte, P. (2003). Evidence for a persistent uplifting of La Palma (Canary Islands), inferred from morphological and radiometric data. *Earth and Planetary Science Letters* 210: 277–289.
- Hobson, A.; Bussy, F. & Hernández, J. (1998). Shallow-level migmatization of gabbros in a metamorphic contact aureole, Fuerteventura Basal Complex, Canary Islands. *Journal of Petrology* 39: 125-37.
- Hoernle, K. A. & Tilton, G. R. (1991). Sr–Nd–Pb isotope data for Fuerteventura (Canary Islands). *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* 71 (1): 3–18.
- Hoernle, K. & Schmincke, H.U. (1993). The role of partial melting in the 15- Ma geochemical evolution of Gran Canaria: a blobmodel for the Canary hotspot. *Journal of Petrology* 34: 599–626.
- Hoernle, K.A.; Zhang, Y.S. & Graham, D. (1995). Seismic and geochemical evidence for large-scale mantle upwelling beneath the eastern Atlantic and western and central Europe. *Nature* 374(6517): 34–39.
- Hoernle, K.; Tilton, G.; Le Bas, M.J.; Duggen, S. & Garbe-Schönberg, C.D. (2002). Geochemistry of oceanic carbonatites compared with continental carbonatites: mantle recycling of oceanic crustal carbonate. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 142: 520-542.

- De Paepe, P.; Klerkx, J.; Hertogen, J. & Plinke, P. (1974). Oceanic tholeiites on the Cape Verde Islands: petrochemical and geochemical evidence. *Earth Planetary Science Letters* 22: 347–354. DOI:10.1016/0012-821X(74)90144-7.
- Holloway, M. I.; Bussy, F. & Vennemann, T. W. (2008). Low pressure, water- assisted anatexis of basic dykes in a contact metamorphic aureole, Fuerteventura (Canary Islands): oxygen isotope evidence for a meteoric fluid origin. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 155: 111–121.
- Holm, P.M.; Grandvuinet, T.; Friis, J.; Wilson, J.R.; Barker, A.K. & Plesner, S. (2008). An ⁴⁰Ar–³⁹Ar study of the Cape Verde hot spot: temporal evolution in a semistationary plate environment. *Journal of Geophysical Research* 113: B08201, DOI:10.1029/2007JB005339.
- Jørgensen, J. & Holm, P. (2002). Temporal variation and carbonatite contamination in primitive ocean island volcanics from São Vicente, Cape Verde Islands. *Chemical Geology* 192 (3–4): 249–267.
- King, S.D. & Ritsema, J. (2000). African hot spot volcanism: small-scale convection in the upper mantle beneath cratons. *Nature* 290: 1137–1140.
- Klügel, A.; Villinger, H.; Römer, M.; Kaul, N.; Krastel, S.; Lenz, K.F. & Wintersteller, P. (2020): Heat flow data from Henry Seamount, Meteor cruise M146. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.913616>.
- Klügel, A.; Hansteen, T.H.; van den Bogaard, P.; Strauss, H. & Hauff, F. (2011). Holocene fluid venting at an extinct Cretaceous seamount, Canary archipelago *Geology*, 39 (2011), pp. 855-858.
- Kogarko, L.N. (1993). Geochemical characteristics of oceanic carbonatites from the Cape Verde Islands. *South African Journal Geology* 96: 119-125.

- Klügel, A.; Hansteen, T.H.; van den Bogaard, P.; Strauss, H. & Hauff, F. (2011). Holocene fluid venting at an extinct Cretaceous seamount, Canary archipelago *Geology*, 39 (2011), pp. 855-858.
- Kogarko, L.N. (1993). Geochemical characteristics of oceanic carbonates from the Cape Verde Islands. *South African Journal Geology* 96: 119-125.
- Kröcher, J.; Maurer, H. & Buchner, E. (2008). Fossil beaches as evidence for significant uplift of Tenerife, Canary Islands. *Journal of African Earth Sciences* 51: 220–234.
- Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 80-104. Doi: 10.2478/cjot-2013-0005.
- Kubalíková, L.; Drápela, E.; Kirchner, K.; Bajer, A.; Balková, M. & Kuda, F. (2021). Urban geotourism development and geoconservation: Is it possible to find a balance? *Environ. Sci. Policy*, 121, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.03.016>.
- Kubalíková, L.; Bajer, A.; Balková, M.; Kirchner, K. & Machar, I. (2022). Geodiversity Action Plans as a Tool for Developing Sustainable Tourism and Environmental Education. *Sustainability* 2022, 14, 6043. <https://doi.org/10.3390/su14106043>.
- Le Bas, M.J.; Rex, D.C. & Stillman, C.J. (1986). The early magmatic chronology of Fuerteventura, Canary Islands. *Geological Magazine* 123: 287-298.
- León, R.; Palomino, D.; Vázquez, J.T.; Medialdea, T. & Somoza, L. (2019). A new scenario for the mass transport deposits west Canary volcanic province. *Earth Planet. Sci. Lett.* 509, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.12.020>.
- León, R.; Palomino, D.; Sánchez-Guillamón, O.; Fernández-Salas, L.M. & Vázquez, J. T. (2022). Tectonic control on sedimentary dynamics in intraplate oceanic settings: A geomorphological image of the eastern Canary Basin and insights on its middle-upper Miocene to quaternary volcano-tectonic-sedimentary evolution. *Marine Geology*, 445, March 2022, 106737.
- Lima, E. A.; Machado, M. & Nunes, J. C. (2013). Geotourism development in the Azores archipelago (Portugal) as an environmental awareness tool. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 126-142. doi: 10.2478/cjot-2013-0007.
- Longpre, M. A. & Felpeto, A. (2021). Historical volcanism in the Canary Islands; part 1: A review of precursory and eruptive activity, eruption parameter estimates, and implications for hazard assessment. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 419, 107363.
- López, C.; Blanco, M. J.; Abella, R.; Brenes, B.; Cabrera Rodríguez, V. M.; Casas, B., .. & Villasante-Marcos, V. (2012). Monitoring the volcanic unrest of El Hierro (Canary Islands) before the onset of the 2011–2012 submarine eruption. *Geophysical Research Letters*, 39(13).
- Madeira, J.; Munhá, J.; Tassinari, C.; Mata, J.; Brum, A. & Martins, S. (2005). K/Ar ages of carbonates from the Island of Fogo (Cape Verde). VIII Congresso Ibérico de Geoquímica e XIV Semana de Geoquímica (Portugal).
- Madeira, J.; Brum da Silveira, A.; Mata, J.; Mourão, C. & Martins, S. (2008). The role of mass movements on the geomorphologic evolution of island volcanoes: examples from Fogo and Brava in the Cape Verde archipelago. *Comunicações Geológicas* 95: 93–106.
- Madeira, J.; Mata, J.; Mourão, C.; Brum da Silveira, A.; Martins, S.; Rimalho, R.S. & Hoffmann, D. (2010). Volcano-stratigraphic and structural evolution of Brava Island (Cape Verde) from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, U/Th and field constraints. *Journal of Volcanology and Geothermal* 196(3-4): 219–235.

- Marques, R.; Prudêncio, M.I.; Waerenborgh, J.C.; Vieira, B.J.C.; Rocha, F.; Dias, M.I.; Madeira, J. & Mata, J. (2017). Extrusive carbonatite outcrops – A source of chemical elements imbalance in topsoils of oceanic volcanic islands. *Catena* 157: 333-343.

- Márquez, M. R. P. (2021). Un milenio de textos grecolatinos relativos a las Islas Canarias. *Fortunatae: Revista canaria de Filología, Cultura y Humanidades Clásicas*, (34), 125-146.

- Marrero, N. & Dóniz-Páez, J. (2022). Coastal Dunes Geomorphosites to Develop the Geotourism in a Volcanic Subtropical Oceanic Island, Tenerife, Spain. *Land*, 11(3), 426; <https://doi.org/10.3390/land11030426>.

- Mateo, E. (2015). La gestión del Patrimonio Geológico de Lanzarote. En: Afonso-Carrillo J (Ed.), *Lanzarote: naturaleza entre volcanes* (págs. 87-118). *Actas X Semana Científica Telesforo Bravo*. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Puerto de la Cruz. <https://www.iehcan.com/wp-content/uploads/2015/12/3-Mateo-Mederos-2015.pdf>

- Martín-González, E. (2016). *Gasterópodos (Mollusca, Gastropoda) marinos del Neógeno de Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria (Islas Canarias): revisión sistemática, paleoecología y bioestratigrafía*. Tesis Doctoral, inédita, Universidad de La Laguna, 416 pp.

- Martín-González, E.; Coello, J.J.; Castillo, C.; González-Rodríguez, A.; Galindo, I. y Vegas, J. (2019a). Revisión del patrimonio paleontológico del Geoparque Mundial de la UNESCO de El Hierro. *Geogaceta*, 65, 11-17.

- Martín-González, E.; Galindo, I.; Romero, C.; Sánchez, N. & Vegas, J. (2019b). Evaluation of Geoconservation in Geosites of Palaeontological Interest from Lanzarote and Chinijo Islands UNESCO Global Geopark. In: E. Mateo *et al.* (eds.), *Lanzarote and Chinijo Islands Geopark: From Earth to Space, Geoheritage, Geoparks and Geotourism*, https://doi.org/10.1007/978-3-030-13130-2_5.

- Martín-González, E., Coello-Bravo, J.J. (2019c). EL PATRIMONIO GEOLÓGICO MUEBLE DEL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE TENERIFE. *Cuadernos del Museo Geominero*, 30, 205-209.

- Martín-González, E.; Coello, J.J.; Galindo, I.; Vegas, J.; Sánchez, N.; Romero, C. & González-Rodríguez, A. (2019d). La formación detrítica de Las Palmas: un yacimiento paleontológico de excepcional valor patrimonial. *Cuadernos del Museo Geominero*, 30. Pp. 15-20.

- Martín-González, E. (2021). La conservación del patrimonio paleontológico de Lanzarote. Discurso ingreso en la Academia de las Ciencias, Ingenierías y Humanidades de Lanzarote. 45 pp. Arrecife.

- Martínez de Pisón, E. y Higes Rolando, V. (1972). La escala del tiempo en la evolución geomorfológica del aparato eruptivo del Teneguía. *Estudios Geográficos*. XXXIII, nº 127: 363-378.

Martínez de Pisón Stampa, E.; Romero Ruiz, M. D. C. y Fernández Palomeque, P. (2011). *Volcanes de papel: Exposición bibliográfica: Día del Libro 2011*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de La Laguna. Litografía Romero, 102 pag, Santa Cruz de Tenerife. ISBN: 978-84-7756-968-8.

- Martins, S. M. (2014). *Plume-lithosphere interaction at Santiago Island (Cape Verde): Implications for ocean island magma genesis models*. Tesis Doctoral. Universidad de Lisboa. 382 pp.

- Martins, S.; Mata, J.; Munhá, J.; Mendes, M.H.; Maerschalk, C.; Caldeira, R. & Mattielli, N. (2010). Chemical and mineralogical evidence of the occurrence of mantle metasomatism by carbonate-rich melts in an oceanic environment (Santiago Island, Cape Verde). *Mineralogy and Petrology* 99: 43-65.

- Masson, D.G.; Le Bas, T.P.; Grevemeyer, I. & Weinrebe, W. (2008). Flank collapse and large-scale landsliding in the Cape Verde Islands, off West Africa. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 9 (7). Q07015, DOI:10.1029/2008GC001983.

- Mateo, E.; Martínez-Frías, J. & Vegas, J. (2019). Lanzarote and Chini-jo Islands Geopark: From Earth to Space. Geoheritage, Geoparks and Geotourism. Conservation and Management Series. Springer. 186 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-13130-2>

- Meco, J.; Guillou, H.; Carracedo, J.C.; Lomoschitz, A.; García Ramos, A.J. & Rodríguez Yáñez, J.J. (2002). The maximum warmings of the Pleistocene world climate recorded in the Canary Islands. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 185 (1-2), 197-210.

- Meco, J.; Scaillet, S.; Guillou, H.; Lomoschitz, A.; Carracedo, J.C.; Ballester, J.; Betancort, J.F. & Cilleros, A. (2007). Evidence for long-term uplift on the Canary Islands from emergent Mio-Pliocene littoral deposits. *Global and Planetary Change* 57: 222-234.

- Meco, J.; Betancort, J.F.; Ballester, J.; Fontugne, M.; Guillou, H.; Scaillet, S.; Lomoschitz, A.; Cilleros, A.; Carracedo, J.C.; Petit-Maire, N.; Ramos, A.J.G.; Perera, M. A.; Soler-Onis, E.; Medina, P.; Montesinos, M. y Meco, J. (2008). *Historia Geológica del Clima en Canarias*, 296 pp.

- Medialdea, T., Somoza, L., González, F.J., Vázquez, J.T., de Ignacio, C., Sumino, H., Sánchez-Guillamón, O., Orihashi, Y., León, R. & Palomino, D., (2017). Evidence of a modern deep water magmatic hydrothermal system in the Canary Basin (east-ern central Atlantic Ocean).

- Melo, C.S.; Martín-González, E.; Silva, C.M.; Galindo, I.; González-Rodríguez, A.; Baptista, L.; Rebelo, A.C.; Madeira, P.; Voelker, A.H.L.; Johnson, M.E.; Arruda, S.A. & Ávila, S.P. (2022). Range expansion of tropical shallow-water marine molluscs in the NE Atlantic during the Last Interglacial (MIS 5e): causes, consequences and utility of ecostratigraphic indicators for the Macaronesian archipelagos. *Quaternary Science Reviews* 278, 107377.

- Millet, M.; Doucelance, R.; Schiano, P.; David, K. & Bosq, C. (2008). Mantle plume heterogeneity versus shallow-level interactions: a case study, the São Nicolau Island, Cape Verde archipelago. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 176: 265–276. DOI:10.1016/j.jvolgeores.2008.04.003.

- Mitchell, J. G.; Le Bas, M. J.; Zielonka, J. & Furnes, H. (1983). On dating the magmatism of Maio, Cape Verde Islands. *Earth and Planetary Science Letters* 64: 61-76.

- Morgan, W. J. (1971). Convection Plumes in the Lower Mantle. *Nature* 230: 42–43.

- Mourão, C.; Mata, J.; Doucelance, R.; Madeira, J.; Brum da Silveira, A.; Silva, L.C. & Moreira, M. (2010). Quaternary extrusive calcio-carbonatite volcanism in Brava Island (Cape Verde): a nephelinite-carbonatite immiscibility product. *Journal of African Earth Sciences* 56 (2/3): 59–74.

- Muñoz, M. (1969). Estudio petrológico de las formaciones alcalinas de Fuerteventura (Islas Canarias). *Estudios Geológicos* 25: 257-310.

- Muñoz, M. y Sagredo, J. (1975). Existencia de metamorfismos superpuestos en el Complejo Basal de Fuerteventura (Canarias). I Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, 1287-88.

- Muñoz, M. y Sagredo, J. (1989). Características del metamorfismo térmico producido por los eventos plutónicos intrusivos más recientes del Complejo Basal de Fuerteventura. *ESF Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote, Abstracts* 1, 104-8.

- Muñoz, M. y Sagredo, J. (1994). Reajustes mineralógicos y geoquímicos producidos durante el metamorfismo de contacto de diques basálticos (Fuerteventura, Islas Canarias). *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 17: 86-87.

- Muñoz, M.; Sagredo, J.; de Ignacio, C.; Fernández-Suárez, S. & Jeffries, T.E. (2005). New data (U-Pb, K-Ar) on the geochronology of the alkali-carbonatitic association of Fuerteventura, Canary Islands, Spain. *Lithos* 85: 140-153.
- McNutt, E. J.; Hatala, K. G., Miller, C.; Adams, J., Casana, J.; Deane, A. S., .. & DeSilva, J. M. (2021). Footprint evidence of early hominin locomotor diversity at Laetoli, Tanzania. *Nature*, 600(7889), 468-471.
- Muñoz, V., Walter, T. R., Zorn, E. U., Shevchenko, A. V., González, P. J., Reale, D., & Sansosti, E. (2022). Satellite radar and camera time series reveal transition from aligned to distributed crater arrangement during the 2021 eruption of Cumbre Vieja, La Palma (Spain). *Remote Sensing*, 14(23), 6168.
- Palomino, D.; Vázquez, J.T.; Somoza, L.; León, R.; López-González, N.; Medialdea, T.; Fernández-Salas, L.M.; González, F.J. & Rengel, J.A. (2016). Geomorphological features in the southern Canary Island Volcanic Province: The importance of volcanic processes and massive slope instabilities associated with seamounts. *Geomorphology* 255: 125–139. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.12.016>.
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46, 4-6.
- Paris, R.; Guillou, H.; Carracedo, J.C. & Pérez Torrado, F.J. (2005). Volcanic and morphological evolution of La Gomera (Canary Islands), based on new K-Ar ages and magnetic stratigraphy: implications for oceanic island evolution. *Journal of Geological Society* 162: 501-512.
- Patriat, M. & Labails, C. (2006). Linking the Canary and Cape-Verde Hot-Spots, Northwest Africa. *Marine Geophysical Research* 27: 201–215. DOI 10.1007/s11001-006-9000-7.
- Piromallo, C.; Gasperini, D.; Macera, P. & Faccenna, C. (2008). A late Cretaceous contamination episode of the European-Mediterranean mantle. *Earth and Planetary Science Letters* 268(1–2): 15–27.

- Plesner, S.; Holm, P.M. & Wilson, J.R. (2002). 40Ar–39Ar geochronology of Santo Antão, Cape Verde Islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 120 (1–2): 103–121.
- Proyecto LIGCANARIAS 2018-2021. <https://www.igme.es/LIGcanarias/>
- Quidelleur, X.; Carlut, J.; Soler, V.; Valet, J.P. & Gillot, P.Y. (2003). The age and duration of the Matuyama–Brunhes transition from new K–Ar data from La Palma (Canary Islands) and revisited 40Ar/39Ar ages. *Earth and Planetary Science Letters* 208 (3–4): 149–163.
- Ramalho, R. S.; Helffrich, A.; Cosca, M.; Vance, D.; Hoffmann, D. & Schmidt, D.N. (2010a). Vertical movements of ocean island volcanoes: Insights from a stationary plate environment. *Marine Geology* 275: 84–95.
- Ramalho, R. S.; Helffrich, A.; Schmidt, D.N. & Vance, D. (2010b). Tracers of uplift and subsidence in the Cape Verde archipelago. *Journal of the Geological Society of London*. 167: 519–538. DOI: 10.1144/0016-76492009-056.
- Ramalho, R. S. (2011). *Building the Cape Verde Islands*, 1st ed., Springer, Berlin, Heidelberg.
- Ramalho, R. S.; Quartau, R.; Trenhaile, A. S.; Mitchell, N. C.; Woodroffe, C. D. & Avila, S. P. (2013). Coastal evolution on volcanic oceanic islands: a complex interplay between volcanism, erosion, sedimentation, sea-level change and biogenic production. *Earth Science Reviews* 127: 140-170.
- Renz, O.; Bernoulli, D. & Hottinger, L. (1992). Cretaceous ammonites from Fuerteventura, Canary Islands. *Geological Magazine* 129, 6: 763-769.

- Represas, R.; Catalao, J.; Montesinos, F.G.; Madeira, J.; Mata, J.; Antunes, C. & Moreira, M. (2012). Constraints on the structure of Maio Island (Cape Verde) by a three-dimensional gravity model: imaging partially exhumed magma chambers. *Geophysical Journal International* 190: 931–940.
- Reynard, E., Coratza, P., Regolini-Bissig, G. (2009). *Geomorphosites*. München: Verlag-Pfeil, Dr. Friedrich.
- Robertson, A. H. F. & Stillman, C.J. (1979a). Submarine volcanic and associated sedimentary rocks of the Fuerteventura Basal Complex, Canary Islands. *Geological Magazine*, 116: 203-214.
- Robertson, A. H. F. & Stillman, C. J. (1979b). Late Mesozoic sedimentary rocks of Fuerteventura, Canary Islands. Implications for West Africa continental margin evolution. *Journal of the Geological Society of London* 136: 47-60.
- Robertson A.H.F. & Bernouilli D.(1982). Stratigraphy, facies and significance of Late Mesozoic and Early Tertiary sedimentary rocks of Fuerteventura (Canary Islands) and Maio (Cape Verde Islands). En: Von Rad, U.; Hinz, K.; Sarnthein, M. y Seibold E. (Eds.), *Geology of the Northwest African Continental Margin*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 498-525.
- Romero, C (1991). Las manifestaciones volcánicas históricas del Archipiélago Canario. Consejería de Política Territorial Gobierno de Canarias. Sta. Cruz de Tenerife. 2 Vol. 1300 pag.
- Romero, C. (1997). Crónicas documentales sobre las erupciones de Lanzarote: erupción de Timanfaya (1730-1736), erupción del volcán de Tao, Nuevo del Fuego y Tinguatón (1824). Fundación César Manrique.
- Romero, C. (2000). Actividad Volcánica Histórica en las Islas Canarias. Curso Internacional de Volcanología y Geofísica Volcánica (Ed. Astiz, M., and García, A). Serie Casa de los Volcanes 7, Cabildo Insular de Lanzarote, Lanzarote, Islas Canarias).

- Romero, C. (2007). La visión geográfica de Dámaso de Quesada y Chaves. En *Canarias ilustrada y puente americano [1770–1779]*. Edición a cargo de Paz Fernández Palomeque, Carmen Gómez-Pablos Calvo y Rafael Padrón Fernández. La Laguna. Instituto de Estudios Canarios.
- Romero, C. (2016). Historias de volcanes. Isla de El Hierro. En Arozena y Romero (Coord) *Temas y Lugares. Homenaje a Eduardo Martínez de Pisón. Serie Homenajes 7*. Secretariado de Publicaciones, Universidad de La Laguna, pp 327–373.
- Romero, C. (2017). Erupciones y terremotos en Canarias: de maldición divina a calamidad pública. In *Canarias insólita: bestias, fenómenos y calamidades* (pp. 92-99). Editorial Herques.
- Romero, C.; Coello, E.; Dóniz, F. & Sánchez, N. (2009) New data about historic volcanism on Tenerife Island. Multi-disciplinary international volcanological congress to commemorate the 250th anniversary of Volcán Jorullo's birth in Michoacán. 27 September 2009 - 4 October 2009.
- Romero, C. R., y Yanes, E. B. (2015). El impacto de las coladas de 1706 en la ciudad de Garachico. (Tenerife, Islas Canarias, España). *Investigaciones Geográficas*, (63), 99-115.
- Romero, C.; Galindo, I.; Sánchez, N.; Martín-González, E. & Vegas, J. (2020). Syn-eruptive lateral collapse of monogenetic volcanoes: the case of mazo volcano from the timanfaya eruption (Lanzarote, Canary Islands). In *Updates in Volcanology-Transdisciplinary Nature of Volcano Science*. IntechOpen.
- Sagan, M.; Heaman, L.M.; Pearson, D.G.; Luo, Y. & Stern, R.A., (2020). Removal of continental lithosphere beneath the Canary archipelago revealed from a U-Pb Age and Hf/O isotope study of modern sand detrital zircons. *Lithos* 362-363, 105448. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105448>.

- Sagredo, J.; Ancochea, E.; Brändle, J. L.; Cubas, C. R.; Fúster, J. M.; Hernandez-Pacheco, A. y Muñoz, M. (1989). Magmatismo hipoabisal-subvolcánico y vulcanismo en un ámbito geodinámico distensivo (Fuerteventura, Islas Canarias). Abst. Esf. Meeting on Canarian volcanism. Lanzarote, Nov.-Dic.
- Sagredo, J.; Muñoz, M. y Galindo, C. (1996). Características petrológicas y edad K–Ar de las sienitas nefelínicas del Morro del recogedero (Fuerteventura, Islas Canarias). *Geogaceta* 20: 506–09.
- Sánchez, N.; Romero, C.; Galindo, I.; Vegas, J., & Martin-Gonzalez, E. (2019). What we know about historical eruptions in Canary Islands and what we can learn.
- Sánchez-Guillamón, O.; Fernández-Salas, L.M.; Vázquez, J.T.; Palomino, D.; Medialdea, T.; López-González, N.; Somoza, L. & León, R. (2018a). Shape and size complexity of deep seafloor mounds on the Canary Basin (West to Canary Islands, East-ern Atlantic): a DEM-based geomorphometric analysis of domes and volcanoes. *Geosciences* 8, 37.
- Sánchez-Guillamón, O.; Vázquez, J.T.; Palomino, D.; Medialdea, T.; Fernández-Salas, L. M.; León, R. & Somoza, L. (2018b). Morphology and shallow structure of seafloor mounds in the Canary Basin (Eastern Central Atlantic Ocean). *Geomorphology* 313, 27–47. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.04.007>.
- Sánchez-Guzmán, J. y Abad, J. (1986). El sondeo geotérmico Lanzarote-1. Significado geológico y geotérmico. *Anales de Física (Serie B). Número Especial. Vol. 82*: 102-109.
- Serralheiro, A. (1966). Contribução para o conhecimento da ilha de S. Vicente (Cabo Verde). *Garcia de Orta* 14: 139–152.
- Serralheiro, A. (1976). A Geologia da ilha de Santiago (Cabo Verde). *Boletim do Museu do Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, 14(2), 218 p.
- Silva, L.C.; Le Bas, M.J. & Robertson, A. (1981). An oceanic carbonatite volcano on Santiago, Cape Verde Islands. *Nature* 294: 644–645.
- Silva, L.; Serralheiro, A.; Macedo, J.; Gomes, A. & Torres, P. (1990). Carta Geológica de Cabo Verde, Ilha do Sal, na escala de 1/25 000 (folhas 1–2). Instituto Investigação Científica Tropical–Instituto de Cooperação Económica, Lisboa.
- Simancas, M.; Hernández, R. y Padrón, N. (2020). Turismo pos-COVID-19. Reflexiones, retos y oportunidades. La Laguna: Cátedra de Turismo CajaCanarias-tarchAshotel.
- Staudigel, H. & Schmincke, H.U. (1984). The pliocene seamount series of La Palma Canary-Islands. *Journal of Geophysical Research* 89 (NB13): 1195-1215.
- Staudigel, H.; Feraud, G. & Giannerini, G. (1986). The history of intrusive activity on the Island of La Palma (Canary Islands). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 27: 299-322.
- Steiner, C.; Hobson, A.; Favre, P. & Stampfli, G. M. (1998). Early Jurassic seafloor spreading in the central Atlantic -the Jurassic sequence of Fuerteventura (Canary Islands). *Geological Society of America Bulletin* 110(10): 1304-1317.
- Stillman, C.J. (1987). A Canary Islands Dyke Swarm: Implications for the formation of oceanic islands by extensional fissural volcanism. En: *Mafic Dyke Swarms*, Halls, H.C. y Fahrigand W.J. (Eds.). Geological Association of Canada Special paper: 34-54.
- Stillman, C.J.; Fuster, J. M.; Bennell-Baker, M.J.; Muñoz, M.; Smewing, J. D. & Sagredo, J. (1975). Basal Complex of Fuerteventura (Canary Islands) is an oceanic intrusive complex with rift-system affinities. *Nature* 257: 469-71.

- Stillman, C. J.; Furnes, H.; Le Bas, M. J.; Robertson, A. H. F. & Zielonka, J. (1982). The geological history of Maio, Cape Verde Islands. *Journal of the Geological Society of London* 139: 347-361.

- Tornare, E.; Pilet, S. & Bussy, F. (2016). Magma Differentiation in Vertical conduits Revealed by the Complementary Study of Plutonic and Volcanic Rocks from Fuerteventura (Canary Islands). *Journal of Petrology* 57 (11-12): 2221-2250. DOI: 10.1093/petrology/egx004.

- Torres, P. C.; Silva, L. C., Serralheiro, A.; Mendes, M.H.; Macedo, J. R. & Mota Gomes, A. (2002). Geologia da ilha do Sal. *Comunicações do IICT* 10. 57 pp.

- Torres, P.; Silva, L. C.; Munhá, J.; Caldeira, R.; Mata, J. & Tassinari, C. (2010). Petrology and Geochemistry of lavas from Sal Island: Implications for the variability of the Cape Verde magmatism. *Comunicações Geológicas* 97: 35-62.

- Troll, V.R.; Deegan, F.M.; Burchardt, S.; Zaczek, K.; Carracedo, J.C.; Meade, F.C.; Soler, V.; Cachao, M.; Ferreira, J. & Barker, A.K. (2015). Nannofossils: the smoking gun for the Canarian hotspot. *Geology Today* 31(4): 137-145.

- Van den Bogaard, P. (2013). The origin of the Canary Island Seamount Province. New ages of old seamounts. *Scientific Reports* 3 (1-7): 2107. DOI: 10.1038/srep02107.

- Vegas, J.; Salazar, Á.; Díaz-Martínez, E. y Marchán, C. (2013). Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. *Cuadernos del Museo Geominero* 15. Instituto Geológico y Minero de España. 622 p.

- Vegas, J.; Hernández-Pacheco, A. y Marfil, R. (1998). El Barranco de las Angustias, una vía natural de salida del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente. La Palma (Islas Canarias). En: *Actas de la IV Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico*. J.J. Durán y M. Vallejo (Eds.), Madrid. Pp. 125-127.

- Vegas, J., Galindo, I., Romero, C., Sánchez, N., García-Cortés, A. (2015). ¿Es necesario un inventario de patrimonio geológico dentro de un Global Geosite? Una cuestión de tamaño y de uso en Timanfaya, Lanzarote. *Cuadernos del Museo Geominero* 18, 31-36.

- Vegas, J.; Galindo, I.; Romero, C.; Sánchez, N.; Díaz, G.; Martín-González, E. & Mateo, E. (2019). Geoconservation and Geotourism in the Lanzarote and Chinijo Islands UNESCO Global Geopark. In: E. Mateo *et al.* (eds.), *Lanzarote and Chinijo Islands Geopark: From Earth to Space, Geoheritage, Geoparks and Geotourism*, https://doi.org/10.1007/978-3-030-13130-2_5.

- Vegas, J., Sánchez, N., Romero, C. y Galindo, I. (2019). Manual para la elaboración del inventario de Lugares de Interés Geológico de Canarias. Instituto Geológico y Minero de España, NIPO: 697-19-003-2. 52 pp.

- Vegas, J., Hernández-Pacheco, A. (2022). Taburiente volcanic Caldera in La Palma Island. En: A. Hilario *et al.* (Eds.), *The First 100 IUGS Geological Heritage Sites*. International Union of Geological Sciences. Pp. 36-37.

- Vegas, J., Galindo, I., Vázquez, J.-T., León, R., Sánchez, N., Martín-González, E., Romero, C. (2023). Tagoro, the youngest submarine volcano in the Spanish geoheritage inventory: scientific value, geoconservation and opportunities for geotourism. En: González, P.J. (Ed.), *El Hierro Island. Active Volcanoes of the World*. Springer, Berlin, Heidelberg. Pp. 257-272.

- Woolley, A.R. & Kjarsgaard, B.A. (2008). Carbonatite occurrences of the world: map and database. *Geological Survey of Canada* p. 28. Open File 5796.

- Yanes, Y.; García-Alix, A.; Asta, M.; Ibáñez, M.; Alonso, M. & Delgado, A. (2013). Late Pleistocene-holocene environmental conditions in Lanzarote (Canary Islands) inferred from calcitic and aragonitic land snail shells and bird bones. 378, 91-102.

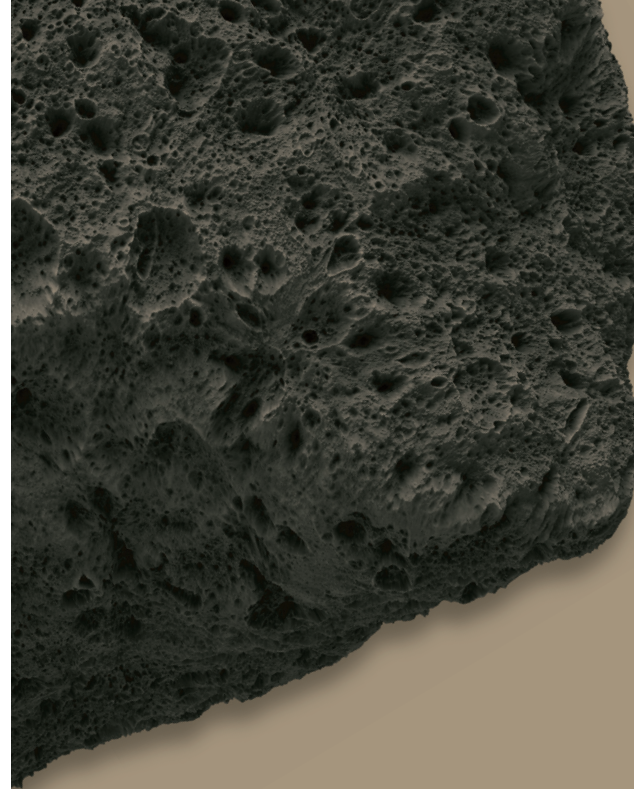
- Zaczek, K.; Troll, V.R.; Cachao, M.; Ferreira, J.; Deegan, F.M.; Carracedo, J.C.; Soler, V.; Meade, F.C. & Burchardt, S. (2015). Nannofossils in 2011 El Hierro eruptive products reinstate plume model for Canary Islands. *Scientific Reports* 5 (7945): 1-5.

- Zazo, C.; Goy, J.L.; Hillaire-Marcel, C.; Gillot, P-Y.; Soler, V.; González, J.A.; Dabrio, C.J. & Ghaleb, B. (2002). Raised marine sequences of Lanzarote and Fuerteventura revisited – a reappraisal of relative sea-level changes and vertical movements in the eastern Canary Islands during the Quaternary. *Quaternary Science Reviews*, 21, 2019-2046.

- Zazo, C.; Goy, J.L.; Hillaire-Marcel, C.; González Delgado, J.A.; Soler, V.; Ghaleb, B. y Dabrio, C.J. (2003). Registro de los cambios del nivel del mar durante el Cuaternario en las Islas Canarias Occidentales (Tenerife y La Palma). *Estudios Geológicos* 59: 133-144.

- Zazo, C.; Goy, J. & Dabrio, C. (2007). Quaternary marine terraces on Sal Island (Cape Verde archipelago). *Quaternary Science Reviews* 26: 876-893.

- Zouros, N. y Martini, G. (2003). Introduction to the European Geoparks Network. En N. Zouros, G. Martini, y M-L. Frey (Eds.), *Proceedings of the 2nd European Geoparks Network Meeting*. Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest, Grecia, p. 17-21.



Autores



**Isabel
Betancort
Delgado**

Directora de experiencia del cliente en los Centros de Arte, Cultura y Turismo del Cabildo de Lanzarote y gestora del Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo. Licenciada en ciencias económicas por la Universidad de la Laguna.

Desde 2006 ha trabajado en las áreas de desarrollo sostenible, desarrollo y promoción turística y participación en Centros de Arte, Cultura y Turismo, la principal entidad pública que gestiona los centros de visitantes más importantes del Geoparque de Lanzarote. Anteriormente se ocupaba de las áreas económicas y proyectos de gestión de calidad en diversas entidades. Es co-Coordinadora del Geoparque de Lanzarote, tarea que realiza desde su declaración en 2015 por la Unesco. Ha coordinado numerosos proyectos en la entidad pública, desde los relacionados con la mejora de la gestión ambiental, hasta el más destacado, la coordinación del proyecto museográfico para la nueva Casa de los Volcanes inaugurada en marzo de 2023. Ha participado en numerosas conferencias de la red europea y global de Geoparques, con el objetivo de divulgar el importante patrimonio geológico del Geoparque de Lanzarote, y mostrarlo como máximo exponente en materia de geoturismo.



**Ramón
Casillas
Ruiz**

Doctor por la Universidad Complutense de Madrid. Catedrático de Universidad en el Departamento de Edafología y Geología de la Universidad de La Laguna desde 2018. Coordinador del Grupo de Investigación Crecimiento submarino y emersión de las Islas Canarias: estudio geológico de los Complejos Basales.

Su labor científica se ha centrado en el desarrollo de tres líneas de investigación diferentes: Crecimiento submarino y emersión de Islas oceánicas. Se trata de establecer un modelo de construcción submarina y emersión de las Islas Canarias a partir del estudio de las formaciones rocosas que aparecen en los Complejos Basales aflorantes en algunas de ellas. Estudio de las emanaciones de radón y otros gases en contextos volcánicos como trazadores para la vigilancia del riesgo volcánico. Estudios de la hidroquímica de las aguas subterráneas en regiones volcánicas; en especial las anomalías de flúor en la isla de Tenerife y su relación con la actividad volcánica de la isla y los procesos de interacción agua-roca.

Ha colaborado en el desarrollo de estas tres líneas a través de la participación en proyectos de investigación (convocatorias autonómicas, nacionales y europeas), en calidad de investigador principal en los relacionados con las líneas.



**Juan Jesús
Coello
Bravo**

Como técnico del Cabildo de Tenerife (en excedencia), ha participado en diversos proyectos, estudios e iniciativas sobre el patrimonio geológico y la geodiversidad de Canarias. En la actualidad es asesor científico de la Fundación Canaria Telesforo Bravo-Juan Coello, entidad científico-cultural dedicada al estudio, conservación y divulgación del patrimonio natural de las islas, con la que colabora desde el año 2015.



**Javier
Dóniz
Páez**

Javier Dóniz Páez es Licenciado y Doctor en Geografía por la Universidad de La Laguna. Actualmente es Profesor Titular de Geografía Humana en donde imparte docencia en los Grados de Turismo y el Máster de Desarrollo Regional. Sus principales líneas de investigación son el volcanismo reciente y el geopatrimonio y geoturismo en espacios volcánicos. Ha participado en más de 20 proyectos, ha publicado más de 200 trabajos, ha codirigido dos tesis doctorales y más de una treintena de trabajos de fin de grado y de máster. Forma parte del comité científico del Geoparque de El Hierro y del proyecto de Geoparque “Volcanes de Calatrava, Ciudad Real”.

Actualmente es el coordinador del Grupo de Investigación Consolidado de la ULL de “Geopatrimonio y geoturismo en espacios volcánicos-Geoturvol” y el jefe funcional del geoturismo en el Instituto Volcanológico de Canarias. En los últimos años ha sido el Investigador Principal del proyecto europeo “Voturmac-Fortalecimiento del volcanoturismo en la Macaronesia” dentro del cual se han publicado varios trabajos de geoturismo en espacios volcánicos entre los que destaca *“El Hierro Island Global Geopark. Diversity of Volcanic Heritage for Geotourism”*, de la editorial Springer, el diseño de itinerarios de geoturismo en espacios naturales y urbanos y la dirección de varios cursos sobre geopatrimonio y geoturismo. Participó en el proyecto de recuperación de la isla de la Palma de la Consejería de Transición Ecológica del Gobierno de Canarias en dos objetivos específicos: geomorfología y el geoturismo.



**Miguel
Francisco
Febles
Ramírez**

Miguel Francisco Febles Ramírez es Licenciado en Geografía e Historia por la Universidad de La Laguna. Director-Gerente de GEODOS, Planificación y Servicios S.L.U., empresa dedicada al análisis territorial, la ordenación del territorio, el medioambiente y el desarrollo de trabajos sociodemográficos y análisis de infraestructuras. Ha participado en variadas iniciativas de divulgación del patrimonio, el paisaje y el medioambiente en Canarias, a través de la publicación de artículos, impartición de conferencias y organización de cursos.

Ha prestado especial atención al espacio agrario y la agricultura, sobre todo en su relación con otras variables territoriales y ambientales. Resultado de estos trabajos está la coordinación de publicaciones como “La viña y el vino en el Valle de La Orotava” o “La agricultura canaria a principios del siglo XXI. Análisis de los Mapas de Cultivos de Canarias”. Este último editado por Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España. En ellos ya se esbozan el interés de la geología insular como sustrato de una viticultura heroica.



**Olaya
García
Pérez**

Geóloga del Geoparque de El Hierro. Doctora en Volcanología Física por la Universidad de Barcelona, con la que obtuvo el master de riesgos Geológicos y licenciada en Geología por la Universidad Complutense. Ha colaborado en investigaciones vinculadas al campo de la volcanología, con diversas universidades e institutos como el IGN, IEO, Universidad de Barcelona, CSIC, Universidad Complutense de Madrid y la Universidad de Ginebra. Profesora en el departamento de ciencias ambientales en Saint Louise University.

Como geóloga del Geoparque de El Hierro, su función es dar contenido al geoparque en divulgación y actividades, buscando el vínculo entre el patrimonio geológico y el patrimonio cultural. Mediante la creación de proyectos e iniciativas que incentiven la economía local, estrategias de divulgación para centros educativos y de interpretación, programas educativos vinculados a la geología de El Hierro para guías y emprendedores dentro de la economía circular y sostenible.



**Mar
González
Roquero**

Mar González Roquero es graduada en Ciencias Ambientales por la Universidad de Granada y cuenta con un Máster en Biodiversidad Terrestre y Conservación en Islas impartido por la Universidad de La Laguna. Durante su etapa de estudiante ha participado en diversos proyectos de investigación englobados en el ámbito de la Edafología.

Actualmente trabaja en el Museo de Ciencias Naturales de Tenerife (MUNA) mediante un contrato de Nuevas Oportunidades de Empleo (NOE), donde desempeña labores como técnico en el Área de Geología. Entre sus funciones se encuentran la revisión de las colecciones de minerales y rocas, la identificación y catalogación de muestras y la actualización de la base de datos. Colabora estrechamente con la conservadora Esther Martín González en las tareas de conservación y revisión de la Cueva del Viento además de participar en diversos proyectos de investigación junto a ella.



**Cayetano
Guillén
Martín**

Geógrafo especialista en geomorfología volcánica y litoral, así como en proyectos de desarrollo territorial sostenible. Actualmente es Técnico Superior del Área de Medio Ambiente y Cambio Climático de la Empresa Pública Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental, S.A. (GESPLAN) y profesor contratado laboral en el Departamento de Geografía e Historia de la Universidad de La Laguna (ULL) y en la Escuela Universitaria de Turismo de Santa Cruz de Tenerife (EUTUR).

Posee Diploma de Estudios Avanzados por la ULL y una Maestría Universitaria en Tecnologías de la Información Geográfica y la Ordenación del Territorio, orientadas al Paisaje. Además, es Doctorando por la Universidad de La Laguna en el programa Territorio y Sociedad. Evolución Histórica de un Espacio Tricontinental (África, América y Europa) (DOCTESO).

En la actualidad desarrolla su actividad investigadora especializándose en el análisis de los ambientes litorales en territorios volcánicos recientes. Es autor o coautor de más de una cuarentena de publicaciones científicas relacionadas fundamentalmente con el fenómeno volcánico desde diferentes perspectivas; la geomorfología volcánica, la morfometría, el patrimonio geológico y geomorfológico así como su impronta en las estrategias locales de desarrollo territorial sostenible.



**Gonzalo
Lozano
Otero**

Gonzalo Lozano Otero, Ingeniero Geólogo e Ingeniero Técnico en Topografía por la Universidad Politécnica de Madrid, es actualmente técnico en el Grupo de Investigación en Patrimonio y Geodiversidad del Dpto. De Recursos Geológicos para la transición Ecológica del Instituto Geológico y Minero de España, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IGME, CSIC).

Tiene experiencia en cartografía del patrimonio geológico y en la gestión de inventarios de patrimonio geológico en todos los ámbitos (local, nacional e internacional), Actualmente es responsable de gestionar, como miembro de su Subcomisión de Sites, la BBDD del patrimonio geológico mundial de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS, en inglés).



**María Elena
Mateo
Mederos**

Geóloga por la Universidad Complutense de Madrid con cursos de doctorado en Geografía y Dinámicas territoriales en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, es actualmente la Responsable técnico y coordinadora del Geoparque Lanzarote y Archipiélago Chinijo, cargo de responsabilidad que ha ostentado los últimos siete años.

Ha formado parte del comité de organización de varios talleres internacionales de la UNESCO y la *International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior* (IAVCEI). Ha sido ponente en distintas talleres nacionales e internacionales e impartido conferencias y presentado pósteres científicos en numerosos congresos internacionales. Es autora y coautora de más de 10 artículos de libros y artículos en revistas científicas.



**Esther
Martín
González**

Esther Martín González es doctora en Biología por la Universidad de La Laguna y conservadora del Área de Paleontología y Geología del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife (MUNA), dependiente del Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo insular. Entre sus funciones se encuentra la conservación y gestión de las colecciones de fósiles, minerales y rocas, además de las de malacología actual, tanto terrestre como marina. Desde 2020 es la Directora de Gestión del Parque Geológico Cueva del Viento.

En su vertiente investigadora, una de sus líneas de investigación es el estudio, inventario y divulgación del patrimonio geológico de tipo paleontológico de Canarias. Esto lo hace en colaboración con el Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC). Desde hace varios años colabora con el laboratorio de Paleontología Marina y Biogeografía de la Universidad de Azores, desarrollando estudios que establezcan las bases de futuros geoparques en Canarias, una figura internacional para la protección del patrimonio paleontológico.



**Yurena
Pérez
Candelario**

Yurena Pérez Candelario, gestora del Geoparque de El Hierro y Reserva de la Biosfera. Es licenciada en Biología por la Universidad de La Laguna. Ha participado en innumerables campañas de investigación siempre en el ámbito vinculado con la biología marina: Ha sido coordinadora Científica de la Reserva Marina de El Hierro en 2011 y guía Intérprete en el Centro de Interpretación de la Reserva Marina de La Palma.

Como gestora del Geoparque de El Hierro, su función es mantener un equilibrio entre los pilares que sustentan la creación y funcionamiento de un geoparque: patrimonio geológico, geoconservación y desarrollo local. Para ello intenta promover la educación en aspectos geológicos y medioambientales, asegurar un desarrollo sostenible fundamentado en el geoturismo y contribuir a la protección de los puntos de interés geológico amenazados.



**Gustavo
Pestana
Pérez**

Licenciado en Geografía y Máster en Desarrollo Regional, Formación y Empleo por la Universidad de La Laguna. En el año 2008 es nombrado funcionario de carrera en la Dirección General de Agricultura del Gobierno de Canarias, teniendo entre sus funciones la planificación y desarrollo del Sistema de Información Geográfica de dicha Consejería, destacando su labor en la puesta en marcha y consolidación del Mapa de Cultivos de Canarias y prestando especial atención a la divulgación del mismo como fuente de información territorial de alto interés para Canarias.

Actualmente es Jefe de Servicio de Cambio Climático e Información Ambiental de la Consejería de Transición Ecológica y Energía del Gobierno de Canarias, servicio que tiene entre sus funciones la coordinación regional de las siete Reservas de la Biosfera y los dos Geoparques de Canarias.



**Carmen
Romero
Ruiz**

Profesora Titular de Geografía Física de la Universidad de La Laguna hasta septiembre de 2023, donde ha impartido docencia de diferentes asignaturas relacionadas con la disciplina de Geomorfología. Con fecha de 29 de noviembre de 2023 ha sido nombrada como Profesora Honoraria de la Universidad de La Laguna.

Es especialista en Geomorfología volcánica, estando centrada su investigación en el estudio de las erupciones desarrolladas en Canarias desde la conquista de las islas en 1402 hasta la actualidad. Su tesis doctoral titulada *Las manifestaciones volcánicas históricas de Canarias* constituye el primer trabajo científico de detalle en el análisis del volcanismo histórico de Canarias. Desde la perspectiva de la conservación, protección y divulgación del patrimonio natural ha colaborado como asesora en el *Estudio para la declaración del Parque Nacional del Teide como Patrimonio de la Humanidad* y en la *Realización del inventario de Lugares de Interés Geológico del Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo*.



**Nieves
Sánchez
Jiménez**

Científica Titular y Jefa de la Unidad de Canarias del Instituto Geológico y Minero de España, CSIC. Sus principales temas de investigación están relacionados con el volcanismo y la volcanología, especialmente en las Islas Canarias: geología regional, geomorfología volcánica, tectovolcanismo, volcanomagnetismo, sismicidad volcánica, así como otros aspectos relacionados con los peligros y riesgos naturales asociados a la actividad volcánica.

En los últimos años ha participado en numerosas iniciativas, proyectos y convenios con instituciones canarias locales, relacionados con el patrimonio geológico y la geoconservación. Uno de ellos es el proyecto de investigación “Lugares de interés geológico de Canarias: estudio, inventario y divulgación (LIGCANARIAS)” (ProID2017010159), financiado por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias.



**Juana
Vegas
Salamanca**

Científica Titular, Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC). Desde hace 30 años trabaja en proyectos de patrimonio geológico, geoturismo y geoconservación. Representante del IGME-CSIC en el Comité Español de Patrimonio Natural y Biodiversidad, en el Ministerio para la Transición Ecológica, y en el Comité Nacional Español de Geoparques Mundiales de la UNESCO. Secretaria General de la *International Commission on Geoheritage* (IUGS).

En 1998 publicó su primer trabajo sobre geoconservación, en la Caldera de Taburiente. Es parte del equipo de investigación que ha realizado el Inventario de Lugares de Interés Geológico para el Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote y Archipiélago Chinijo; y del Proyecto LIGCANARIAS, que ha realizado el primer Inventario sistemático para Canarias incluyendo la parte submarina, integrado en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG).





Gobierno
de Canarias



unesco
Geoparque Mundial

