La Palma 2023

XXXVI Jornadas de Campo del Grupo de Geografía Física 2023 - A.G.E. La Palma

GEOGRAFÍA DE LA ISLA DE LA PALMA. GUíA DE CAMPO PARA INTERPRETAR SUS PAISAJES

24 al 28 de abril 2023
en la isla de La Palma

Organizan

Universidad de La Laguna

ULPGC · UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

AGE Asociación Española de Geografía

CSIC

GEOGRAFÍA FÍSICA

SIB Sociedad IberoAmericana de BioGeografía

XXXVI JORNADAS DE CAMPO DEL GRUPO DE GEOGRAFÍA FÍSICA 2023 - A.G.E. LA PALMA
GEOGRAFÍA DE LA ISLA DE LA PALMA. GUÍA DE CAMPO PARA INTERPRETAR SUS PAISAJES

Grupo de Geografía Física de la Asociación Española de Geografía
Departamento de Geografía e Historia de la Universidad de La Laguna
Departamento de Geografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Facultad de Humanidades de la Universidad de La Laguna
Sociedad Iberoamericana de Biogeografía

ISBN: 978-84-126292-2-4
Depósito Legal: M-15170-2023

Coordinación:
Carmen Romero Ruiz y Emma Pérez-Chacón Espino
Edición, maquetación y diseño:
Antonio I. Hernández Cordero y Carolina Peña Alonso
Diseño de logo y portada:
Francisco Pellicer Corellano
Impresión:
Copi@s Ansite Inversores S.L.U.

© De los textos: los autores
Fotos de portada y contraportada: Arnoldo Santos Guerra (pampillo en flor), Emilio Fernández Negrín (cascada), Francisco Pellicer (mar), Emma Pérez-Chacón Espino (resto de las fotos).

Comité organizador:

Esther Beltrán Yanes (ULL)
María Cristina Díaz Sanz (UCLM)
Javier Dóniz Páez (ULL)
Leví García Romero (ULPGC)
Cayetano Guillén Martín (ULL)
Antonio I. Hernández Cordero (ULPGC)
José Mangas Viñuela (ULPGC)
Néstor Marrero Rodríguez (ULPGC)
Francisco Pellicer Corellano (UZ)
Carolina Peña Alonso (ULPGC)
Emma Pérez-Chacón Espino (ULPGC)
José Ángel Rodríguez Báez (ULL)
María del Pino Rodríguez Socorro (ULPGC)
Carmen Romero Ruiz (ULL)
Lidia Romero Martín (ULPGC)
Abel San Romualdo Collado (ULPGC)

Colaboradores invitados:

María Eugenia Arozena Concepción (ULL)
Rafael Jesús Daranas Carballo (Gesplan)
José León García Rodríguez (ULL)
José Heriberto Lorenzo Pérez (P.N. de la Caldera de Taburiente)
Eduardo Martínez de Pisón (UAM)
Ángel Palomares Martínez (P.N. de la Caldera de Taburiente)
Gustavo Pestana Pérez (Gobierno de Canarias)
Judit Rojas Hernández (Gesplan)

ORGANIZADORES

Universidad de La Laguna

ULPGC · UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Facultad de Humanidades Universidad de La Laguna

ULPGC Universidad de Las Palmas de Gran Canaria | Facultad de Geografía e Historia

Departamento de Geografía e Historia Universidad de La Laguna

ULPGC Universidad de Las Palmas de Gran Canaria | Departamento de Geografía

AGE Asociación de Geógrafos Españoles

CSIC

Geografía Física

SIB Sociedad IberoAmericana de BioGeografía

PATROCINADORES

Gobierno de Canarias

Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial

Viceconsejería de Lucha contra el Cambio Climático y Transición Ecológica

COLABORADORES

COLEGIO DE GEÓGRAFOS CANARIAS

SANTA CRUZ DE LA PALMA

CABILDO LA PALMA

AYUNTAMIENTO Fuencaliente de La Palma

ÍNDICE

ÍNDICE DE AUTORES..... 9
PRÓLOGO..... 11
INTRODUCCIÓN..... 15
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ISLA DE LA PALMA..... 17
1. GEOLOGÍA DEL EDIFICIO INSULAR DE LA PALMA..... 19
1.1. GÉNESIS Y EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE LA ISLA DE LA PALMA..... 19
2. GEOMORFOLOGÍA DE LA PALMA..... 23
2.1. INTRODUCCIÓN..... 23
2.2. LOS COMPLEJOS VOLCANICOS SEPTENTRIONALES..... 24
2.3. EL RIFT VOLCÁNICO DE CUMBRE VIEJA..... 27
3. CARACTERÍSTICAS DEL LITORAL..... 29
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LITORAL DE LA PALMA..... 29
3.1.1. Los acantilados costeros..... 29
3.1.2. Las costas bajas..... 30
3.1.3. Las playas..... 30
3.1.4. Artificialización del litoral..... 31
4. CLIMA Y AGUA..... 32
4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CLIMA DE LA PALMA..... 32
4.2. EL AGUA 34
5. ORGANIZACIÓN GEOGRÁFICA PRINCIPAL DE LA VEGETACIÓN..... 38
5.1. INTRODUCCIÓN..... 38
5.2. LOS PISOS DE VEGETACIÓN..... 40
5.2.1. Tabaibal-cardonal..... 40
5.2.2. Sabinares..... 40
5.2.3. Laurisilva..... 41
5.2.4. Pinar de pino canario..... 42
5.2.5. Retamonar-codesar..... 42
5.3. LA VEGETACIÓN DE LOS VOLCANES HISTÓRICOS..... 43
5.3.1. Mosaicos de comunidades rupícolas de piroclastos y coladas... 43
6. PAISAJES..... 45
6.1. FACTORES Y PROCESOS QUE ORGANIZAN LOS PAISAJES..... 45
6.2. EJEMPLOS DE PAISAJES NATURALES..... 47
6.3. EJEMPLOS DE PAISAJES ANTRÓPICOS..... 48

7. BREVE HISTORIA DE LA PALMA..... 51
8. GEOGRAFÍA HUMANA DE LA PALMA..... 54
8.1. RASGOS GENERALES..... 54
8.2. EL POBLAMIENTO INSULAR..... 58
9. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS..... 60
9.1. INTRODUCCIÓN..... 60
9.2. RED CANARIA DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS..... 61
9.3. RED NATURA 2000..... 63
10. LA GEOGRAFÍA DE LA PALMA COMO RECURSO DIDÁCTICO..... 65
10.1. INTRODUCCIÓN..... 65
10.2. PROPUESTA DIDÁCTICA..... 66
ITINERARIOS..... 71
ITINERARIO 1. NORDESTE DE LA ISLA DE LA PALMA..... 73
INTRODUCCIÓN..... 74
1. PARADA EL CUBO DE LA GALGA..... 74
1.1. La red de drenaje del sector septentrional..... 74
1.2. Aspectos generales de la laurisilva de La Palma..... 75
1.2.1. El bosque del Cubo de La Galga..... 77
2. PARADA EL TENDAL..... 79
2.1. Geomorfología del barranco de San Juan..... 79
2.2. El paisaje del plátano del noreste de la isla..... 80
2.3. Turismo sostenible: yacimiento arqueológico Cueva de El Tendal.... 81
2.4. La población de la vertiente norte de la isla..... 82
3. PARADA MIRADOR DE LA TOSCA..... 83
3.1. Los campos volcánicos pleistocenos del Edificio Taburiente..... 83
3.2. Geomorfología costera del norte de La Palma..... 84
3.3. Paisajes agrícolas en bancales y dragos..... 85
3.4. Colonización vegetal tras el abandono..... 86
4. PARADA ROQUE DE LOS MUCHACHOS..... 87
4.1. Formaciones geológicas desde el Roque Los Muchachos..... 87
4.2. La Caldera de Taburiente. Una ventana al interior de la isla..... 88
4.3. La recuperación de flora de cumbres del norte de La Palma..... 88
4.4. La ley del Cielo de La Palma y el Observatorio del Roque de Los Muchachos..... 89
ACTIVIDADES DIDÁCTICAS DEL ITINERARIO 1..... 92
ITINERARIO 2. CALDERA DE TABURIENTE..... 97

INTRODUCCIÓN..... 98
LA CAPITAL INSULAR Y EL ENTORNO DE LAS BREÑAS..... 99
LOS CASTAÑEROS: UN SORPRENDENTE BOSQUE CADUCIFOLIO EN EL ESCALONAMIENTO FORESTAL SIEMPREVERDE CANARIO.....100
1. PARADA CENTRO DE VISITANTES DEL PARQUE NACIONAL DE LA CALDERA DE TABURIENTE.....101
2. PARADA MIRADOR DE LA CUMBRECITA.....102
2.1. Geología del camino entre la Cumbrecita y Las Chozas.....102
2.2. Geomorfología en el mirador de la Cumbrecita.....103
2.3. La red hídrica en la Caldera de Taburiente.....104
2.4. El pinar de la Caldera de Taburiente.....105
2.5. Bosquete primigenio de pinar canario.....106
2.6. Restauración de la vegetación e incendios.....107
2.7. Cuenca de Tenisca. Barranco del Riachuelo.....108
2.8. Ejemplo de barranco decapitado y valle en “U”.....109
2.9. Paisaje humano de la franja media del Valle de Aridane.....110
3. PARADA EL BARRANCO DE LAS ANGUSTIAS.....111
3.1. El barranco de Las Angustias y los depósitos conglomeráticos de El Time.....111
3.2. Edificio submarino de La Palma (bco. Las Angustias).....112
3.3. Producción y gestión del agua.....113
ACTIVIDADES DIDÁCTICAS DEL ITINERARIO 2.....115
ITINERARIO 3. VOLCANES DE SAN ANTONIO Y TENEGUÍA.....119
1. PARADA CENTRO DE INTERPRETACIÓN DEL VOLCÁN DE SAN ANTONIO..... 120
1.1. Volcanismo reciente de Cumbre Vieja y volcán de San Antonio.....120
1.2. El paisaje vegetal de los volcanes históricos de San Antonio y Teneguía..... 121
1.3. Costa occidental de Cumbre Vieja.....123
1.4. Fuencaliente y sus paisajes rurales.....124
1.5. Geopatrimonio y geoturismo en espacios volcánicos.....126
1.6. Los volcanes del Teneguía (1971) y San Antonio (1677/78).....127
2. PARADA VOLCÁN DEL TENEGUÍA.....128
2.1. Lugares de interés geoturístico del Monumento Natural de los Volcanes del Teneguía..... 128
3. PARADA DE LAS SALINAS DE FUENCALIENTE.....130

3.1. Las salinas de Fuencaliente.....130
4. PARADA DE COSTA DE ECHENTIVE.....131
4.1. Playa de Echentive.....131
ACTIVIDADES DIDÁCTICAS DEL ITINERARIO 3.....133
ITINERARIO 4. LA VISIÓN GEOGRÁFICA DE LA ERUPCIÓN DE TAJOGAITE...137
INTRODUCCIÓN..... 138
1. PARADA MIRADOR MONTAÑA COLORADA.....138
1.1. El volcán de las Endechas. Erupción de ≤ 1445.....138
1.2. El paisaje vegetal del volcán de Montaña Quemada.....139
1.3. Los paisajes tras una erupción prehistórica (≤ 1445).....140
2. PARADA TACANDE DE ARRIBA. LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN DE TAJOGAITE..... 141
2.1. Materiales emitidos por el volcán de Tajogaite.....141
2.2. El Volcán de Tajogaite (19/09 al 13/12 de 2021).....142
2.3. Impacto en la flora y la fauna.....144
2.4. La planificación de emergencias frente al riesgo volcánico en la Isla de La Palma.....145
2.5. Gestión de la emergencia.....147
3. PARADA MIRADOR MONTAÑA DE LA LAGUNA.....147
3.1. Ocupación humana del Valle de Aridane.....147
3.2. El paisaje lávico de la erupción de Tajogaite.....149
3.3. Efectos de la erupción en las edificaciones y los cultivos.....150
3.4. Plan de recuperación.....152
4. PARADA SAN NICOLÁS..... 153
4.1. El volcán de Tajogaite desde el sur.....153
4.2. Geoturismo volcán Tajogaite, erupción 2021.....154
5. RECORRIDO EN BARCO.....155
5.1. Características de la costa después de la erupción.....155
5.2. Coladas volcánicas del Tajogaite en zonas sumergidas.....156
5.3. El barranco de Las Angustias.....157
5.4. Puerto de Tazacorte e impacto en la dinámica litoral.....158
ACTIVIDADES DIDÁCTICAS DEL ITINERARIO 4.....160
ESPECIES VEGETALES REPRESENTATIVAS DE LOS PISOS DE VEGETACIÓN DE LA PALMA........165
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....173

ÍNDICE DE AUTORES

Nombre y apellidos	Institución
María Eugenia Arozena Concepción	1
Esther Beltrán-Yanes	2, 3
Rafael Daranas	4
Javier Dóniz Páez	3
Nicolás Ferrer-Valero	5
José León García Rodríguez	1
Leví García-Romero	5
Cayetano Guillén Martín	2
Antonio I. Hernández-Cordero	5
José Heriberto Lorenzo Pérez	6
José Mangas	7
Néstor Marrero-Rodríguez	5
Eduardo Martínez de Pisón	8
Pablo Máyer-Suárez	5
Ángel Palomares Martínez	6
Carolina Peña-Alonso	5
Emma Pérez-Chacón Espino	5
Gustavo Pestana Pérez	9
José A. Rodríguez-Báez	2
María del Pino Rodríguez Socorro	10
Judit Rojas	2, 4
Lidia Esther Romero Martín	5
Carmen Romero Ruiz	2
Abel Sanromualdo-Collado	5
Ana del Carmen Viña-Brito	1

1: Departamento de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna.

2: Grupo de Geomorfología, Paisaje y Sociedad en territorios volcánicos, GPS-VOLTER. Departamento de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna, C/ Prof. José L. Moreno Becerra, s/n. Facultad de Humanidades.
3: Grupo de Geopatrimonio y Geoturismo en Espacios Volcánicos, GeoTurVol. Departamento de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna, C/ Prof. José L. Moreno Becerra, s/n. Facultad de Humanidades.

4: GESPLAN. Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental.

5: Grupo de Geografía Física y Medio Ambiente, Instituto de Oceanografía y Cambio Global, IOCAG, Departamento de Geografía, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, ULPGC. Calle Pérez del Toro, 1, 35003 Las Palmas de Gran Canaria, España.

6: Parque Nacional de la Caldera de Taburiente. Carretera General de Padrón, 47, 38750 El Paso, Santa Cruz de Tenerife.

7: Grupo de Geología Aplicada Regional, Instituto de Oceanografía y Cambio Global, IOCAG, Departamento de Física, Edificio de Ciencias Básicas. Campus universitario de Tafira, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017 Las Palmas de Gran Canaria.

8: Profesor Emérito, Universidad Autónoma de Madrid.

9: Servicio Cambio Climático e Información Ambiental. Viceconsejería de Lucha contra el Cambio Climático. Gobierno de Canarias.

10: Departamento de Geografía, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, ULPGC. Calle Pérez del Toro, 1, 35003 Las Palmas de Gran Canaria, España.

PRÓLOGO

Eduardo Martínez de Pisón

Unas profundas fisuras en el fondo fracturado del Océano Atlántico, de rotunda geometría, dieron lugar a copiosas erupciones volcánicas, las encaminaron y distribuyeron hasta sobrepasar el nivel superior de las aguas y edificar un archipiélago cuya magnitud hizo creer durante siglos que en él se encontraba la montaña más alta del mundo y cuya belleza natural se transformó en el mito de la existencia de una remota región afortunada. Incluso, la gran poesía europea hizo llegar a Ulises en una navegación temeraria hasta los pies de la isla donde la cumbre de tal montaña alcanzaría el lugar del Paraíso y el paso a las divinas esferas celestes.

Esto que ahora pisas, geógrafo del siglo XXI, es ese lugar de la erupción, de la poesía conmovedora y del mito feliz. Una formidable naturaleza te recibe, una historia y una cultura de gran personalidad te esperan y un paisaje lleno de fuerza te acoge. No sólo para tu admiración, sino para tu comprensión. Los universitarios canarios han construido, con el ejemplo poderoso de La Palma, una completa explicación de este mundo, porque toda isla es una síntesis de la Tierra entera (y ésta es, a su vez, como bien sabes, una isla esférica en el espacio).

Están orgullosos de mostrar su isla, sus alardes geográficos y sus problemas. Lo hacen con ciencia, pero también con oculta pasión y con deseo de que participes en sus interesantes cuestiones territoriales, en los fenómenos de su gran naturaleza, desde volcanes destructores a barrancos que rasgan el relieve, y en el secreto de su amor a esta tan admirable constelación de peñascos emergidos sobre el Atlántico. Para eso han trabajado con rigor, han escrito esta Guía y te conducirán a los lugares más expresivos donde los mismos paisajes puedan informarte. Te están entregando, para tu conocimiento y goce, lo que habitan, lo que saben y lo que sienten.

Así nació una especial geografía de la naturaleza. En las islas altas, por ejemplo, por encima de los 2.000 m como en La Palma, se lee un libro con más capítulos. Las grandes construcciones volcánicas, es el caso de Taburiente, dan lugar no sólo a agrupaciones y acumulaciones de productos eruptivos monumentales sino también, por su misma topografía con desniveles y pendientes fuertes, por su roquedo fácilmente diseccionable y por los efectos dinámicos de la evolución climática, a abarrancamientos profundos con potentes depósitos insertos en sus formas abruptas. En las costas, acantilados, playas e islas bajas repiten el estilo propio de las islas volcánicas.

Pero el agua corre en La Palma por el barranco y su sonido es especial, pues habitualmente desaparece, salvo en La Gomera o en tiempo ocasional de lluvias torrenciales o de fusión de nieves en lo alto, en los abundantes montes del archipiélago. La Palma es un territorio de elevado grado de concentración geográfica, pues también, a una vegetación canaria típica, adaptada a la insularidad, a tales relieves y a su altitud, la historia ha añadido elementos vegetales peculiares como en recuerdo de las tierras de origen de los navegantes. En el escaso espacio fácilmente habitable de la isla se unieron, finalmente, en asociación cosmopolita, gentes de diversa procedencia, y los isleños, abiertos como el mar que les rodea, tuvieron al mundo como referencia, para el trabajo y para las ideas. Y, de este modo, sus armoniosos paisajes agrarios y urbanos reúnen culturas y dotan a éstas de originalidad. Hasta La Palma llegó la memoria de la legendaria Ruta de la Seda, saltando por el océano desde su límite occidental continental en las moreras de antaño de la Península Ibérica, y todavía guarda un foco activo en El Paso.

La calidad de la naturaleza isleña queda reflejada en su abundancia de espacios protegidos, un Parque Nacional en un abrupto escenario rocoso, varios monumentos, parques y reservas naturales, paisajes protegidos, sitios de interés científico y una Reserva de la Biosfera. Es posible recorrer estos terrenos escarpados por una red de senderos que atraviesan o conducen a cumbres, bosques, nacientes, volcanes,

playas, roques, degolladas, cabeceras, escarpes y caldera. Incluso un largo itinerario por el Bastón y el Camino Real enlaza recorridos por senderos que exigen varios días de marcha. Quédate, geógrafo, tras esta experiencia profesional, y camina con reposo por la isla interminable.

La isla de La Palma, además, está en plena construcción volcánica. El reciente paroxismo del Tajogaite lo confirma y lo ha difundido. Como es sabido, toda esta isla obedece, desde su forma general siguiendo una larga banda fisurada, ya sea en su sector norte o en el sur, a la acumulación de productos eruptivos, que han podido ser caudalosos en tiempos pasados, pero cuyo origen dinámico aún no se ha interrumpido. Yo he tenido la gran suerte científica y vivencial de asistir a las dos últimas erupciones en La Palma, con cincuenta años de reposo entre una y otra. Creo que la erupción del Teneguía influyó positivamente en mi traslado a la universidad de La Laguna como geógrafo, para tener como objeto preferente de observación y estudio los paisajes volcánicos canarios. En dos ocasiones pude volver, medio siglo después, con profesores de La Laguna de dos generaciones siguientes, a la proximidad del cono activo y las coladas ígneas del Tajogaite, renovando con ellos la extraordinaria experiencia del directo olor a azufre, del temblor de la tierra, la explosión cratérica y el derrame de roca en fusión. Que no son poca cosa. Seguimos aprendiendo. Sin embargo, este volcán fue también causa de desolación y en mi espíritu dejó el dolor producido por el daño que consumó al paso de sus lavas.

Estas nuevas excursiones me traen al recuerdo grandes experiencias viejas compartidas. Por una parte, estudios, de volcanismo histórico y actual, de geomorfología de los barrancos, de vegetación y de paisaje. Por otra, de cursos de geografía física por la isla. Pero, ante esta guía, tan valiosa, añado mi admiración por quienes la han confeccionado. Todos nos beneficiamos de su calidad. Gracias a ella, esta reunión de geógrafos en los paisajes de la Palma posee un elevado nivel de rigor y de capacidad informativa, pues es resultado

de serias investigaciones y maduros historiales científicos y profesorales. Siempre supimos, ante el cráter, el valle, el monte verde o el amplio pinar, que se alcanzaría esta calidad. Ya entonces deseábamos compartir con nuestros colegas el soberbio mensaje de la naturaleza de Canarias. Ahora tenemos en las manos la mejor guía para conseguirlo.

INTRODUCCIÓN

Esta guía de campo sintetiza los aspectos que conoceremos durante las XXXVI Jornadas de Campo de Geografía Física, organizadas por los departamentos de Geografía e Historia y de Geografía de las dos universidades canarias: La Laguna y Las Palmas de Gran Canaria. Se trata de un evento anual que promueve el Grupo de Geografía Física de la Asociación Española de Geografía (AGE).

La guía se estructura en dos partes, en la primera se realiza una presentación general de la geografía de La Palma y, en la segunda, se abordan los itinerarios que se realizarán durante las jornadas. Al final de cada uno de ellos se propone una actividad didáctica, conscientes del interés que una síntesis de este tipo puede suscitar entre el profesorado de diferentes niveles educativos.

La secuencia elegida para los cuatro días de trabajo de campo en La Palma sigue la cronología de la construcción de su edificio insular. Empezaremos visitando el norte de la isla, donde se encuentran los materiales más antiguos y excelentes ejemplos de la laurisilva canaria. El segundo día se dedicará al parque nacional de la Caldera de Taburiente y a sus pinares, el tercero al volcanismo histórico, visitando la parte meridional de la isla y, finalmente, el cuarto día conoceremos lo más reciente: el volcán de Tajogaite (2021) y su campo de lavas.

En el primer itinerario se conocerán los barrancos encajados del NE de La Palma y su vegetación, con especial referencia a la laurisilva. También se mostrarán los paisajes de este sector de la isla y las características de su litoral. La visita se completa con un recorrido por el Roque de los Muchachos, para analizar los paisajes de alta montaña canaria y observar la cabecera de la Caldera de Taburiente.

El segundo itinerario se centrará en el valle de Aridane y en el parque nacional de la Caldera de Taburiente, analizando sus características geográficas y la gestión de este espacio protegido. Se explicará la génesis de La Caldera de Taburiente y su evolución, observando los distintos materiales volcánicos (subaéreos y

submarinos) y sedimentarios que afloran en su interior, las geoformas principales y su dinámica geomorfológica. A su vez, se estudiará la vegetación asociada al piso del pinar canario y su evolución temporal, haciendo hincapié en su respuesta ante la dinámica de vertientes, el pastoreo y los incendios forestales.

El tercer itinerario estará destinado a recorrer la parte meridional de la isla, donde se analizarán los volcanes históricos de San Antonio y Teneguía (1971). El primero constituye un excelente ejemplo de la superposición de edificios volcánicos que caracteriza al eje de la dorsal de Cumbre Vieja. En el segundo se evidencia la importancia que la topografía previa juega en la configuración geomorfológica del volcanismo monogenético máfico.

El cuarto itinerario se dedicará al estudio del volcán Tajogaite. Esta erupción, acontecida entre el 19 de septiembre y el 13 de diciembre de 2021, es un modelo en la historia de la volcanología canaria por muchos motivos: por la eficaz gestión de la crisis volcánica; por la utilización de nuevas herramientas y técnicas de análisis científico, que permitieron su vigilancia y control en tiempo real; pero sobre todo, por su emplazamiento en un área periurbana y, como consecuencia de ello, por sus amplios efectos de la erupción sobre el territorio, la economía y la sociedad palmera.

Un evento natural, como una erupción volcánica, supone la ruptura total de la configuración de un territorio, lo que no sólo nos da la oportunidad de investigarlo, para entender las claves de sus rasgos y de su organización territorial, sino también de replantearnos cómo debemos abordar su nueva estructura e introducir los cambios necesarios para convertir ese espacio en un territorio resiliente. Comenta Eduardo Martínez de Pisón (2009) que la belleza deriva del resplandor que sólo sale del objeto “que se mira con amor” y, por tanto, del modo en que nuestro ser sea capaz de encauzar el flujo de los aconteceres externos.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ISLA DE LA PALMA

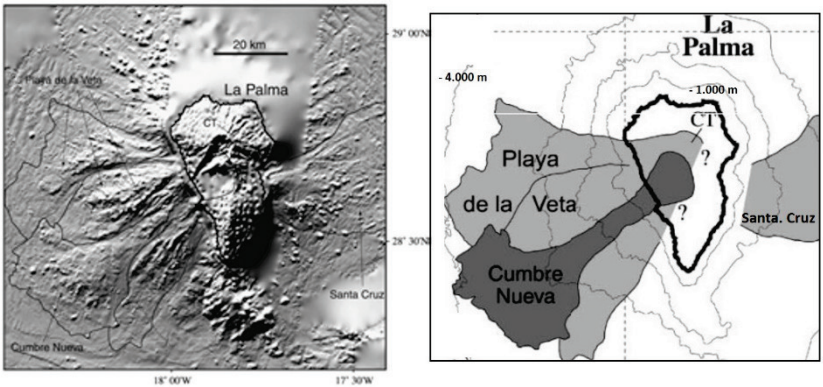
1. GEOLOGÍA DEL EDIFICIO INSULAR DE LA PALMA

José Mangas
jose.mangas@ulpgc.es

1.1. GÉNESIS Y EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE LA ISLA DE LA PALMA

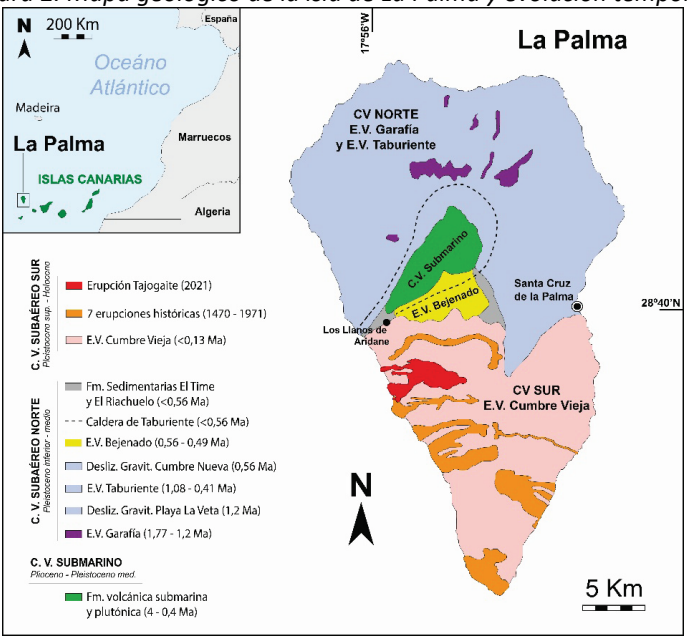
La Provincia Volcánica Canaria (8 islas y una veintena de montes submarinos) está asociada a una anomalía del manto terrestre (punto caliente) activa desde el Cretácico (142 Ma hasta hoy en día, Van den Bogaard, 2013). La Palma pertenece a esta provincia y tiene una parte sumergida pliocuarternaria, entre 4 Ma y 2,48 Ma, Figuras 1 y 2, Tabla 1 (Staudigel y Schmincke, 1984; Casillas *et al*., 2020) y otra emergida cuaternaria, desde 1,77 Ma a la actualidad. El volumen de la zona sumergida es el 90% del edificio, mientras que de la emergida el 10%.

Figura 1. Imagen cenital del edificio insular de La Palma y deslizamientos gravitacionales gigantes.



Fuente: Urgeles *et al*. (1999).

Figura 2. Mapa geológico de la isla de La Palma y evolución temporal.



Elaboración: José Mangas Viñuela.

La evolución geológica de la isla sigue el modelo de formación de islas volcánicas de punto caliente, definido por Walker en 1990. Así, primeramente, hay una etapa submarina con erupciones efusivas profundas (>700 m de profundidad) y caracterizada por la emisión de lavas traquibasálticas (hawaitas y mugearitas) almohadilladas sin vacuolas y pocas hialoclastitas, y le sigue una fase somera (<700 m), con erupciones más explosivas que forman niveles de lavas almohadilladas, brechas de estas lavas e hialoclastitas, con composición basáltica. Esta secuencia submarina aflora en el fondo de la caldera de Taburiente (Barranco de Las Angustias), y está intruída por rocas plutónicas y subvolcánicas de carácter máfico (gabros, piroxenitas) y félsico (traquitas y sienitas), entre 4 y 0,4 Ma (Figura 2 y Tabla 1).

Posteriormente, se configuran dos complejos volcánicos subaéreos cuaternarios (Ancochea *et al*., 2004), que corresponden con las etapas de construcción en escudo y declive alcalino del modelo de Walker (1990), uno al Norte más antiguo entre 1,77 a 0,49 Ma, y otro al Sur más moderno, de menos de 0,13 Ma. El complejo Norte está constituido por varios edificios volcánicos superpuestos, con predominio de erupciones efusivas de basanitas y basaltos y, en menor proporción, de tefritas y fonolitas (Garafía, Taburiente y Bejenado). Estos tres edificios están separados unos de otros por discordancias angulares, las cuales están asociadas a deslizamientos gravitacionales gigantes como, por ejemplo, el de Playa la Veta o el de Cumbre Nueva (Figuras 1 y 2, Tabla 1, Urgeles *et al*., 1999). En este complejo norte, hubo también procesos sedimentarios que dieron lugar a depósitos de avalanchas rocosas, a la caldera de Taburiente (<0,56 Ma) y a formaciones sedimentarias, como la de El Time (fan-delta marino) o El Riachuelo (fan-delta lacustre). Más tarde, se desarrolla el complejo volcánico Sur que constituye la cordillera a dos aguas de Cumbre Vieja (<0,13 Ma), con erupciones de basanitas, basaltos, tefritas y fonolitas, dentro del cual se incluyen las 8 erupciones históricas de los años 1470 a 2021. Los procesos erosivos recientes han originado diversas geoformas y formaciones sedimentarias de carácter aluvial, coluvial, costero, entre otras.

Por último, y en zonas sumergidas del edificio insular, existe una alineación volcánica de dirección NO-SE (rift), entre 1000 y 2000 m de profundidad, y que no está estudiada todavía (Figura 1).

Tabla 1. Evolución geológica de la Isla de La Palma. Procesos geológicos, materiales y composición.

VOLCANES Y PROCESOS GEOLÓGICOS	EDAD (Ma)	MATERIALES VOLCANICOS Y SEDIMENTARIOS	NATURALEZA Y COMPOSICIÓN
COMPLEJOS VOLCÁNICOS SUBAEREOS	1,77-hoy		
Erosión y deposición	<0,01	depós. sedim. aluviales, coluviales, costeros,..	limonitas, areniscas, conglomerados y sed. detríticos
COMP. VOLC. SUBAEREO SUR	<0,13		
	históricas	Lavas y piroclastos, domos y diques	basanitas, tefritas, fonolitas
CUMBRE VIEJA	<0,13	Lavas, piroclastos, domos y diques	basanitas, basaltos, tefritas, fonolitas
Hiato volcánico, erosión y deposición	<0,56	depósitos sedimentarios El Time-El Riachuelo	limonitas, arenicas, conglomerados
COMP. VOLC. SUBAEREO NORTE	1,77-0,41		
BEJENADO	0,56-0,49	lavas, piroclastos y diques	basanitas, basaltos, tefritas y fonolítas
Caldera de Taburiente	<0,56 Ma		
Deslizamiento gravitacional (Cumbre Nueva)	0,56	depósitos sedimentarios avalancha	avalanchas rocosas, conglomerados y areniscas
TABURIENTE	1,08-0,41	Lavas, piroclastos y diques	basaltos y basanitas
Deslizamiento gravitacional (Playa La Veta)	1,2	depósitos sedimentarios avalancha	avalanchas rocosas, conglomerados y areniscas
GARAFÍA	1,77-1,2	lavas, piroclastos y diques	basanitas y basaltos
COMPL. VOLC. SUBMARINO (COMP. BASAL)	4-0,41		
Discordancia submarino/subaéreo		depósitos sedimentarios	brechas y conglomerados
Formación plutónica	0,78-0,41	apófisis, plutones y diques	gabros, piroxenitas y traquitas
Formación volcánica submarina	4-2,48	lavas almohadilladas, brechas e hialoclastitas	basaltos, traquibasaltos y traquitas

Elaboración: José Mangas Viñuela.

2. GEOMORFOLOGÍA DE LA PALMA

Cayetano Guillén y Carmen Romero
cayetanoguillem@gmail.com; mcromero@ull.edu.es

2.1. INTRODUCCIÓN

De los 7.446,95 km^2 que constituye la superficie total del Archipiélago Canario, La Palma supone el 9,5 % del territorio de Canarias (ISTAC). Por su extensión superficial es la quinta isla (708,33 km^2), y la segunda en altitud del Archipiélago (2.423 m.s.n.m. Roque de Los Muchachos), lo que es indicativo de sus marcados desniveles y la elevada pendiente media de sus laderas, presentando un perímetro costero de 155,5 km.

Ubicada en el sector oriental del Archipiélago Canario, La Palma es una isla de base triangular que se extiende desde las costas de Garafía y Barlovento, al norte, a las de Fuencaliente, al sur, a lo largo de más de 45 km. La isla de La Palma muestra un relieve abrupto y montañoso que culmina a los 2.423 metros en el Roque de Los Muchachos, mostrando más del 75% de su superficie en los intervalos de altitud comprendidos entre los 200 y los 1500 metros y presentando algo más del 30% de la misma entre los 500 y los 1000 metros. Por otro lado, más del 55% de su extensión posee pendientes entre los 12 y los 36º, concentrándose los valores superiores, entre 36 y 48º, preferentemente en el sector septentrional de la isla.

La geomorfología de la isla de La Palma está condicionada por un contexto geológico caracterizado por la presencia de dos complejos volcánicos subaéreos que se apoyan en un basamento impermeable de origen submarino. El relieve insular se estructura en torno a una línea de cumbres, que se orienta esencialmente en sentido meridiano, mostrando longitudes en sentido este-oeste que nunca superan los 26 km. En torno a este eje central se articula una orografía de acusados contrastes, en la que pueden diferenciarse al menos dos grandes

unidades, que son al tiempo topográficas y geomorfológicas, cuyos rasgos dependen de la edad, estructura, tipo y evolución de los distintos complejos geológicos. El sector septentrional, que supone unos 462 km^2, se caracteriza por un relieve abrupto y compartimentado, de gran vigor y volumen, con pendientes pronunciadas, donde predominan en la actualidad los procesos y formas erosivas. El sector meridional, con una superficie que es aproximadamente la mitad que la unidad anterior, 244 km^2, se caracteriza también por un relieve montañoso y de gran volumen, aunque con pendientes medias sensiblemente inferiores y menor compartimentación fisiográfica, estando caracterizado por el predominio de formas volcánicas directas.

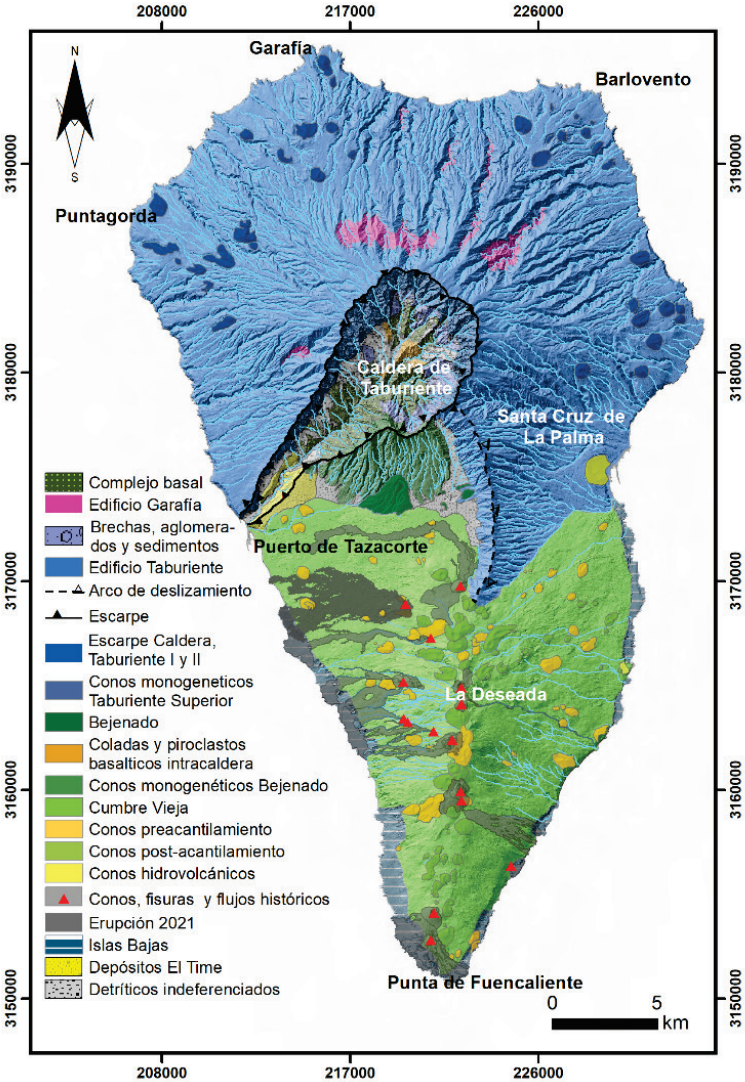
2.2. LOS COMPLEJOS VOLCANICOS SEPTENTRIONALES

En conjunto el sector septentrional, construido por la superposición y evolución de varios complejos volcánicos (Complejo basal, Garafía, Taburiente I y II) se asemeja en apariencia a un edificio cónico truncado, con una gran depresión central, y con flancos que se configuran a partir de la sucesión de barrancos e interfluvios de disposición radial respecto a las líneas de cumbres que bordea la depresión de la Caldera de Taburiente. En zonas de cumbre las incisiones torrenciales poseen cabeceras simples, solo ocasionalmente polilobuladas, permitiendo el desarrollo de interfluvios estrechos y de topografías abruptas. Son por lo tanto los sectores de cumbre de estos dorsos donde la red de drenaje presenta mayores densidades. A cotas inferiores las distancias entre cauces se amplían, siendo máximas en sectores de desembocadura.

La Caldera de Taburiente es uno de los accidentes geográficos más singulares y representativos de la isla de La Palma. Con planta en forma de gota de agua, la Caldera de Taburiente constituye el corazón topográfico del complejo septentrional. Se trata de una gran depresión generada por un gran deslizamiento gigante y luego profundamente

erosionada, de modo que en su interior predominan las formas volcánicas derivadas e incluso invertidas, apareciendo delimitada por paredes escarpadas, que llegan a salvar desniveles superiores a los 1000 m. Corresponde, en realidad a la mayor cuenca de drenaje de toda la isla de La Palma y se configura internamente a través de relieves vigorosos donde se alcanzan las pendientes de mayor grado, con valores superiores a los 48º en los cejos culminantes. Esta gran depresión central continúa hacia el sudoeste a través de un cauce único, Barranco de Las Angustias, que actúa como principal eje de drenaje, manteniendo un trazado casi lineal desde la conjunción de los principales afluentes de cabecera de Taburiente y Almendro Amargo, hasta su desembocadura. Se trata, en conjunto, de un barranco fuertemente encajado, cuyos depósitos y su morfología narran los episodios de cierre y reapertura de la red de la Caldera. La mayor parte de su tramo final está flanqueado por sectores de topografía plana en terrazas, colgadas en altura respecto al cauce.

Figura 3. Mapa geomorfológico de la isla de La Palma.



Fuente: base cartográfica GRAFCAN. Elaboración: C. Guillén y C. Romero.

2.3. EL RIFT VOLCÁNICO DE CUMBRE VIEJA

Tras el cese de la actividad en los volcanes Taburiente y Bejenado, el volcanismo se desplazó hacia el sur hace aproximadamente 125 ka originado el rift volcánico de Cumbre Vieja, siendo el único sistema volcánico actualmente activo en La Palma (Carracedo *et al*., 1996, 2001). Constituye un volcán compuesto, esencialmente máfico, de marcada traza meridiana que se extiende unos 19 km desde el área meridional de Cumbre Nueva hasta la costa sur de Fuencaliente.

Por encima del nivel del mar, la mayoría de los centros de emisión de Cumbre Vieja se encuentran alineados según directrices N-S, definiendo una estrecha cordillera volcánica norte-sur y dos vertientes constituidas esencialmente por flujos de lava procedentes de los mismos, de buzamiento divergente partir de los sectores cimeros. No obstante, muchos se ubican en los flancos siguiendo directrices ortogonales a la principal de rumbo NO-SE y NE-SO. La alimentación de estas erupciones no parece estar vinculada a la existencia de un gran reservorio de magma dentro del edificio, sino al ascenso del mismo desde profundidades litosféricas del orden de 7 a 11 km (Hansteen *et al*., 1998).

Dentro de las secuencias estratigráficas de Cumbre Vieja no se observan cambios de composición marcados o interrupciones de la actividad volcánica, puestas de manifiesto por discordancias, horizontes de suelos o capas de cenizas de caída distales, lo que dificulta el establecimiento de su cronoestratigrafía. No obstante, criterios como grado de remodelación de los distintos conjuntos volcánicos monogenéticos, o de relación entre la erosión marina y las distintas capas que arman su estructura, permite la diferenciación de dos etapas geológicas distintas (Guillou *et al*., 1998; Carracedo *et al*., 1996; Day *et al*., 1999; Carracedo *et al*., 2001; Guillou *et al*., 2001). Las dataciones radiométricas (Guillou *et al*., 1998) han demostrado que estas dos unidades tienen también significado cronológico.

En Cumbre Vieja es posible diferenciar una unidad más antigua, que es la que constituye la estructura de los acantilados costeros y se encuentra expuesta en ellos (Volcanismo preacantilamiento), y una unidad de malpaíses que aún conservan su morfología superficial original, con edades siempre inferiores a los 20 k, que cubren y fosilizan los acantilados, dando lugar a la formación las plataformas y deltas lávicos costeros (Volcanismo post-acantilamiento). Cuenta también con el desarrollo de 8 de las 16 erupciones volcánicas históricas desarrolladas en Canarias (Romero, 1991).

Todas las erupciones producidas en este ámbito corresponden a erupciones de estilo fundamentalmente estromboliano, ocasionalmente con episodios vulcanianos, freatomagmáticos o hidromagmáticos de carácter surtseyano. Existen también puntualmente materiales de tipo tefrífico y fonolítico asociados al emplazamiento de pequeños domos y coladas, parte de los cuales es posible que pertenezcan a un sustrato no aflorante sobre el que se construyó Cumbre Vieja.

3. CARACTERÍSTICAS DEL LITORAL

Carolina Peña-Alonso, Néstor Marrero-Rodríguez y Leví García-Romero
carolina.pena@ulpgc.es; nestor.marrero@ulpgc.es; levi.garcia@ulpgc.es

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LITORAL DE LA PALMA

La Palma, con una edad inferior a 2 Ma se encuentra en estado de crecimiento en escudo, motivo por el cual presenta un perímetro costero accidentado y un escaso desarrollo de la plataforma litoral (Ferrer-Valero *et al*., 2017). En este sentido, en cuanto a las características del litoral, se detectan principalmente tres tipos de costa diferente: predominan los acantilados que constituyen el 81,98% de la costa; las costas bajas (Figura 4; 7,64%), que se caracterizan por tener una altitud menor a dos metros; y las playas compuestas por arenas finas y gruesas, y/o cantos rodados (7,13%). Finalmente, y, en menor medida, la transformación humana del litoral ha dado lugar a obras artificiales que constituyen el 3,24% del perímetro de la isla (ISTAC, 2023).

3.1.1. Los acantilados costeros

Debido a la antigüedad y fase de crecimiento de La Palma, los acantilados son las geoformas de origen natural mejor representadas, diferenciándose según altura, funcionalidad y composición. Atendiendo a la altura, aparecen grandes acantilados (> 20m) con plataforma litoral al pie (65,49% de la costa) y acantilados de dos a veinte metros que suponen el 16,49% (Figura 4). Según su funcionalidad destaca la presencia de paleoacantilados retranqueados por procesos eruptivos que han provocado la progradación de la línea de costa. Además, es posible establecer diferencias en función de los materiales dominantes: volcánicos, sedimentarios y mixtos (Figura 5).

Figura 4. Características de la costa de La Palma.

Fuente: Instituto Canario de Estadística (ISTAC, 2023) a partir de datos de la Consejería de Medio Ambiente y de Ordenación del Territorio.

3.1.2. Las costas bajas

Las costas bajas rocosas suponen el otro elemento estructurante, junto con los acantilados, del litoral de La Palma. La altitud de este tipo costas suelen tener una altura menor a dos metros. En ocasiones corresponden con las zonas más expuestas a la energía del oleaje, o a plataformas volcánicas costeras, que se han ido formando por la intrusión de las coladas en el mar, producidas en las diferentes y múltiples erupciones volcánicas de la isla (Figura 5). En total la isla posee 6 plataformas volcánicas costeras de este tipo.

3.1.3. Las Playas

La Palma posee 58 playas con una superficie total de 339.021 m^2 (Gobierno de Canarias, 2023). Entre ellas se pueden observar diferencias con respecto al sustrato predominante, es decir, playas de cantos rodados que representan el 1,22%, las playas con mayor representación como son las playas de cantos y arena (5,21%), y playas de arena fina y/o gruesa (0,70%).

3.1.4. Artificialización del litoral

Las mayores transformaciones del litoral se han producido en torno a las playas para satisfacer las necesidades de los usuarios (turistas y locales). Este tipo de transformaciones han generado un aumento de su superficie utilizando diques de resguardo (Figura 5). Así mismo, se ha producido la instalación de infraestructuras como el puerto de Santa Cruz (Figura 5) o Tazacorte.

Figura 5. Fotografías del litoral de La Palma. 1: Isla baja de Punta Llana al NE de la isla; 2: Playa artificial en la capital (Santa Cruz de La Palma) 3: Puerto de Santa Cruz de La Palma; 4: Acantilado con apilamientos basálticos del volcán Taburiente; 5: Acantilado detrítico con rocas sedimentarios de la Formación el Time; 6: Playa de Tazacorte en la desembocadura del barranco de Las Angustias.

Fotografías: elaboración propia.

4. CLIMA Y AGUA

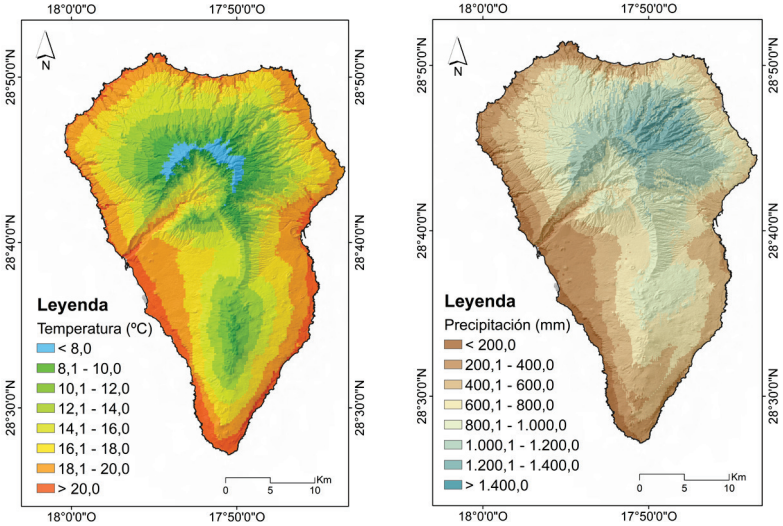
Pablo Máyer-Suárez, Lidia Esther Romero Martín y Abel Sanromualdo-Collado
pablo.mayer@ulpgc.es; lidia.romero@ulpgc.es; abel.sanromualdo@ulpgc.es

4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CLIMA DE LA PALMA

La Palma, desde el punto de vista climático, es una isla de grandes contrastes. En lo que concierne a la circulación general de la atmósfera, su posición latitudinal en el contexto del Atlántico medio oriental viene determinada por las variaciones en la posición del anticiclón de las Azores, así como por la circulación general del oeste, que favorece la llegada de borrascas y frentes generadores de episodios de lluvia. Menos frecuentes son las irrupciones de aire sahariano, así como otras perturbaciones del ámbito tropical. Su posición en el extremo noroccidental de Canarias le confiere una situación privilegiada en la irrupción de masas de aire inestables, por lo que es la isla que registra los mayores volúmenes de precipitación anual, superando los 1.400 mm en algunos enclaves del NE. A ello coadyuva su relieve, con rampas que favorecen el brusco ascenso del aire y la generación de procesos convectivos. El complejo relieve unido a factores como la orientación y la altitud, confiere modificaciones significativas a los valores de los elementos climáticos. En este sentido destaca, de sur a norte, la alineación Cumbre Vieja (1.949 m) y Cumbre Nueva (1.400 m), que enlaza con la cabecera de la gran depresión de la Caldera de Taburiente (2.426 m), generando una clara disimetría en los valores de los elementos climáticos como la temperatura, la humedad o el viento (Figura 6). La disposición radial de la mayoría de los barrancos en torno a estas máximas elevaciones favorece la canalización de los flujos de aire, lo que unido a su altitud permite el estancamiento de la nubosidad en las vertientes expuestas a los

vientos alisios y la generación de lloviznas que en La Palma se conocen con el nombre de harinar o brumacito (Marzol-Jaén, 1993: 110).

Figura 6. Temperatura media anual (1991-2020) –izquierda- y precipitación media anual (1975-2020) –derecha- de la isla de La Palma.

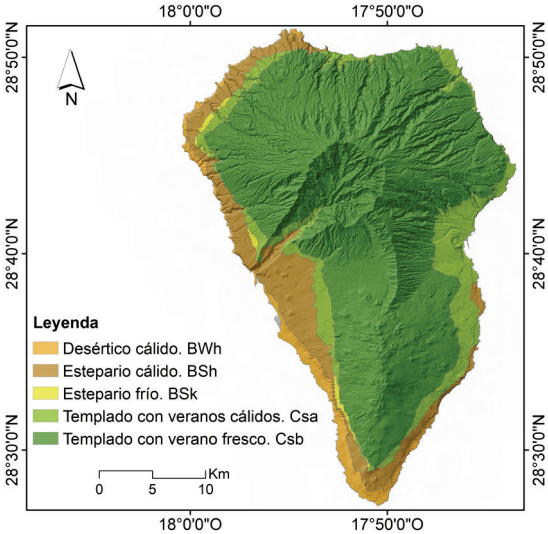


Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Atlas Climático Interactivo de Canarias. https://atlasclimatico.sitcan.es.

El mapa de la clasificación climática de Köppen (Figura 7) muestra un predominio de los climas templados. Ocupa una amplia superficie (71%) el clima templado de inviernos fríos o templados y veranos secos y frescos (Csb), frente al clima templado de veranos cálidos y secos -Csa- (12%). Es la isla que tiene el menor porcentaje con clima desértico cálido (apenas el 4% de la superficie insular), constreñido a la franja S y SO de la isla (en islas como Lanzarote o Fuerteventura este tipo de clima ocupa más del 90% de sus territorios). Entre las zonas de clima templado y las desérticas aparecen los climas esteparios cálidos (BS). Dependiendo de si la temperatura media anual es superior o inferior a

18ºC se diferencian los climas BSh o BSk (un 12% y 1% respectivamente de la superficie insular).

Figura 7. Clasificación climática de Köppen de la isla de La Palma.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Atlas Climático Interactivo de Canarias. https://atlasclimatico.sitcan.es

4.2. EL AGUA

Pese a la abundancia de precipitaciones en la isla, existen problemas de almacenamiento, suministro, acceso, pérdidas derivadas del deterioro de los canales, contaminación volcánica de las aguas subterráneas y, cuando se acercan a la isla borrascas atlánticas muy activas, se producen importantes episodios de avenidas torrenciales. Prueba de ello es la pérdida de vidas humanas en diferentes episodios como las 24 producidas el 16 de enero de 1957 en Breña Alta, en el NE de la isla, donde se desbordaron los barrancos de Amargavinos, Aduares y Aguasencio (Figura 8). Más recientes son

los tres turistas alemanes que fallecieron el 20 de noviembre de 2001 en la cuenca del barranco de las Angustias, en el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, al verse sorprendidos por una súbita avenida.

Figura 8. Traslado de una de las víctimas de la riada de enero de 1957 en Breña Alta.

Fotografía: Diario de Avisos, 18 de enero de 1957.

La historia del aprovechamiento del agua en la isla está llena de ejemplos de adaptación, máxime si se tiene en cuenta la larga tradición agrícola de la misma y el incremento del consumo de agua con la introducción del cultivo de plátano a mediados del siglo XIX (Lorenzo Tena, 2010). Citamos ejemplos visuales de la cultura del agua en la isla. Los nacientes de Marcos y Cordero, las cascadas del Cubo de la Galga y del Barranco de los Tiles muestran la cara con mayor abundancia hídrica insular. Los molinos de agua de Bellido, situados en el Barranco del Río (Santa Cruz de La Palma) son el testigo de la adaptación al encajamiento de ese barranco y la disponibilidad de agua, energía aprovechada para la molienda de los cereales que constituyeron la base alimenticia para la subsistencia de la población insular (Figura 9).

Figura 9. Molinos harineros de Bellido. Barranco del Rio (Santa Cruz de La Palma).

Fotografía: https://www.eltime.es/en-profundidad/155-conoce-tu-historia/4597-molinos-de-agua-historia-de-los-ingenios-hidraulicos-harineros-en-la-palma.html.

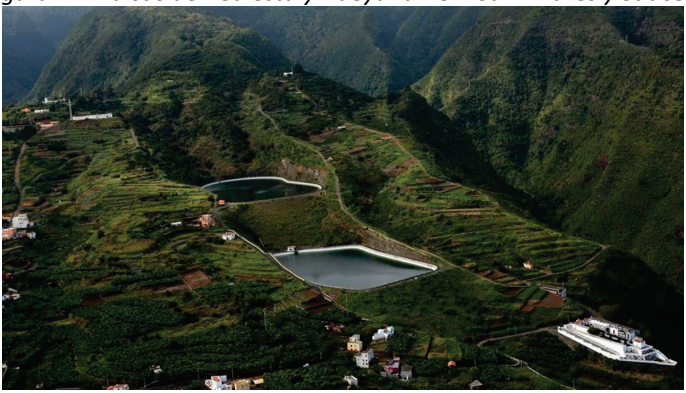
El riego con calabazos es un sistema ingenioso, pero supone gran esfuerzo físico humano que se empleó en la zona de Argual para elevar el agua a los campos de plataneras (Figura 10) y hoy es una práctica deportiva-lúdica que se recuerda en las fiestas populares.

Las balsas, un total de 11 construidas por el Consejo Insular de Aguas de La Palma, constituyen la alternativa a la construcción de presas que en esta isla no resultan viables (Figura 11).

Figura 10. D. Ricardo Riego practicando el riego con calabazo en zona de Argual (Llanos de Aridane. La Palma).

Fotografía:
https://www.facebook.com/photo/?fbid=1155390597926573&set=pcb.1155391071259859&locale=es_ES

Figura 11. Balsas de Bediesta y Adeyahamen. San Andrés y Sauces.



Fuente: https://www.eldiario.es/canariasahora/lapalmaahora/balsas-consejo-aguas-palma-80-capacidad_1_7341178.html.

5. ORGANIZACIÓN GEOGRÁFICA PRINCIPAL DE LA VEGETACIÓN

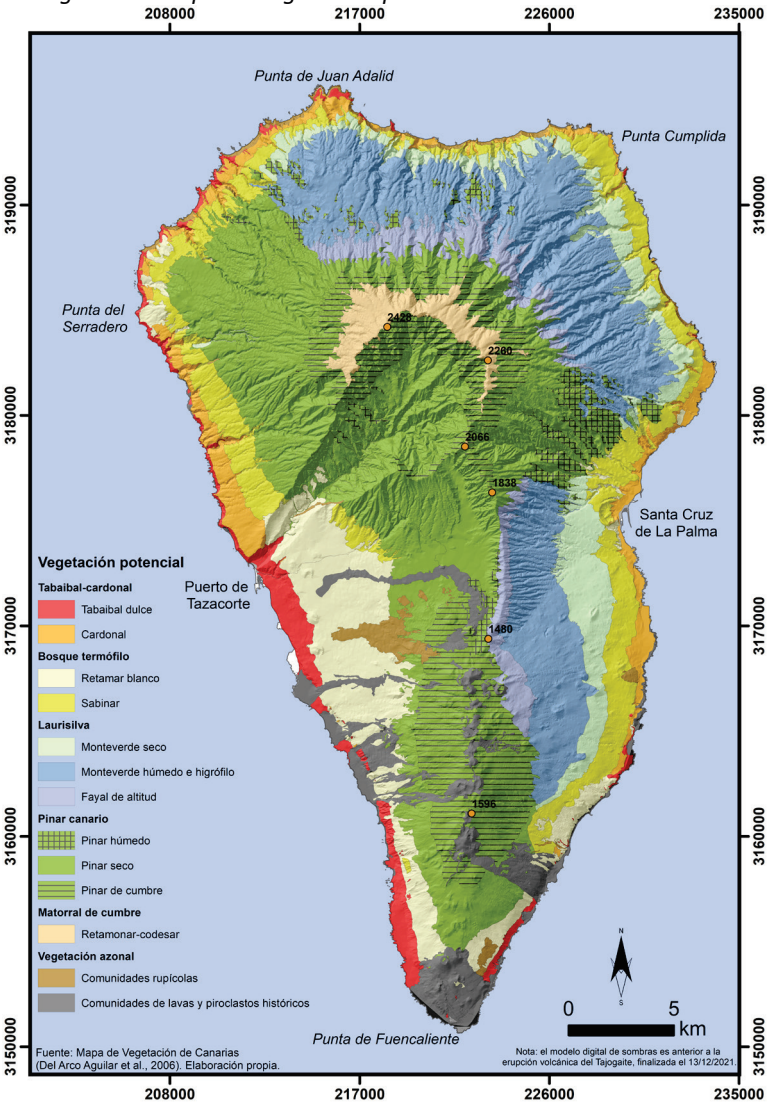
Esther Beltrán-Yanes y Antonio I. Hernández-Cordero
estyanes@ull.edu.es; hernandez.cordero@ulpgc.es

5.1. INTRODUCCIÓN

En una primera observación de la vegetación natural de La Palma a una escala geográfica que abarca toda isla, la altitud y orientación del voluminoso relieve insular establecen las primeras pautas de organización espacial de la vegetación (Figura 12). La Palma, con una altitud máxima de 2.423 msnm, presenta todos los tipos de vegetación que distinguen a la cliserie representativa de las islas, aunque la isla se diferencia además por cierta endemicidad en las especies vegetales.

Las comunidades vegetales que constituyen las piezas fundamentales de los paisajes naturales a esta escala presentan una organización espacial vertical determinada por la diversidad climática local que introduce la elevada altitud del relieve con las condiciones atmosféricas. No obstante, la localización y extensión de estas unidades de vegetación está regulada además por la orientación de las vertientes montañosas a los vientos húmedos del nordeste dominantes. Por ello, se distinguen otras variaciones entre un sector nororiental y oriental más fresco, húmedo y lluvioso, y otro suroriental y occidental, más cálido y seco (Figura 12). En la isla se reconocen cinco pisos de vegetación que se caracterizan por los siguientes rasgos florísticos y fisonómicos (Figura 12).

Figura 12. Mapa de vegetación potencial de la isla de La Palma.



Fuente: base cartográfica GRAFCAN; Mapa de Vegetación de Canarias (Del Arco Aguilar *et al.*, 2006). Elaboración propia.

5.2. LOS PISOS DE VEGETACION

5.2.1. Tabaibal-cardonal

Matorral de hasta 3 metros de altura dominado por especies de la familia *Euphorbiaceae*, conocidas en Canarias como tabaibas y cardones. Constituye la primera banda en la zonación altitudinal de la vegetación de Canarias, presentando en La Palma una distribución potencial variable dependiendo de su localización en barlovento (aproximadamente hasta los 300 m y en las fachadas más húmedas del NE estaría prácticamente ausente) o sotavento (aproximadamente hasta los 400 m). En este ambiente las precipitaciones medias anuales son inferiores a los 250 mm, ocasionado un déficit hídrico durante todo el año, el cual constituye el principal limitante ambiental para las plantas. Las especies vegetales presentan adaptaciones morfológicas y fisiológicas para sobrevivir en estas condiciones de aridez, como la suculencia, hojas duras, reducidas, caedizas, ausentes o sustituidas por espinas, cubiertas protectoras blancas o grisáceas (pilosidad, ceras), así como la pérdida de las hojas y la capacidad para ralentizar su ciclo vital durante la estación desfavorable (verano). Se pueden diferenciar dos comunidades vegetales principales (Del Arco Aguilar *et al*., 2006): a) en las cotas más bajas y secas se desarrolla el tabaibal dulce palmero dominado por *Euphorbia balsamifera*; b) por encima del anterior, donde se incrementan las precipitaciones, se localiza el cardonal palmero dominado por *Euphorbia canariensis*.

5.2.2. Sabinares

Por encima en altitud de los matorrales costeros se desarrollan los bosques termófilos esclerófilos, bajo un clima más fresco (temperatura media anual de 15-19°C) y más lluvioso (250-400 mm) (Del Arco Aguilar y Rodríguez Delgado, 2018). Estos bosques ocupan áreas semiáridas que han sufrido una intensa destrucción y

empobrecimiento, debido a que su área de distribución constituyó uno de los sectores preferentes de ocupación poblacional y explotación agrícola y ganadera. En la actualidad, las especies más representativas son la sabina (*Juniperus turbinata* subsp *canariensis*) y la retama blanca canaria (*Retama rhodorhizoides*), acompañado de arbustos como tabaiba amarga (*Euphorbia lamarckii)*, verode (*Kleinia neriifolia)*, espinero (*Rhamnus crenulata)* y tasaigo (*Rubia fruticosa*), con algún acebuche (*Olea cerasiformis*). La representación actual de la comunidad es muy escasa y localizada.

5.2.3. Laurisilva

El bosque de laurisilva se desarrolla en las laderas de barlovento entre las cotas 350-1.500 m, relacionado con un ambiente de nieblas por el contacto regular con las nubes del alisio. La convivencia de este bosque con el mar de nubes es un factor clave para su supervivencia (Marzol-Jaén y Máyer, 2012). Se asocia a unas temperaturas medias templadas (13 y 18°C) y recibe una lluvia anual que llega alcanzar valores significativos (500-1.200 mm) (Del Arco Aguilar y Rodríguez Delgado, 2018), a la que se suma la precipitación horizontal, con inexistencia de estrés térmico e hídrico. Este bosque siempreverde, sorprendente en estas latitudes por su similitud con las selvas más húmedas del planeta, se distingue por ser una comunidad forestal densa, con un estrato arbóreo rico que puede alcanzar 20-30 m de altura y en el que son frecuentes los helechos y epifitos. Las principales especies arbóreas son las *lauráceas, Laurus novocanariensis*, *Apollonias barbujana, Persea indica* y *Ocotea foetens,* y otras como *Visnea mocanera, Ilex perado* subsp. *platyphylla, Heberdenia excelsa,* etc. Algunas especies como *Morella faya*, *Erica canariensis, Ilex canariensis* y *Laurus novocanariensis* están ampliamente extendidas en la laurisilva. Las variaciones internas de temperatura y humedad en este piso de vegetación dan lugar a diferentes expresiones del bosque (monteverde seco, monteverde húmedo y fayal de altitud) (Del Arco

Aguilar *et al.*, 2006).

5.2.4. Pinar de pino canario

El estrato arbóreo de esa comunidad situada a mayor altitud está dominado exclusivamente por el pino canario (*Pinus canariensis)*, que se adapta a un ambiente más contrastado térmicamente (medias anuales de 11-15 °C), sobre todo por el descenso de las temperaturas, y más seco (lluvias de 450-600 mm). El pinar puede alcanzar los 30-40 m de altura y ocupa los sectores montañosos normalmente fuera de la influencia húmeda del alisio, por lo que se sitúa altitudinalmente por encima del monteverde en las vertientes a barlovento y en las de sotavento sustituye a los matorrales xerófilos y bosque termófilo hasta 2.000 msnm. La amplitud ecológica que le caracteriza permite que los pinares puedan convivir con el monteverde en los sectores de transición altitudinal –pinares húmedos- o extenderse en cotas más bajas en las vertientes a sotavento –pinares secos más termófilos- El pinar tiene un sotobosque abierto en que las especies más representativas son el poleo de monte, *Bystropogon origanifolius* var. *palmensis,* el escobón, *Chamaecytisus proliferus* subsp. *proliferus* var. *calderae*, el amagante *Cistus symphytifolius* var. *symphytifolius* (amagante) y el corazoncillo, *Lotus hillebrandii,* etc*.* (Del Arco Aguilar *et al*., 2006). En la actualidad, las superficies de pinar ocupan una importante extensión potenciada por la disminución de la presión de las actividades agrarias tradicionales y las reforestaciones.

5.2.5. Retamonar-codesar

Matorral dominado por leguminosas donde la mayor parte de las especies vegetales son endémicas de Canarias, muchas de ellas de la alta montaña. Constituye la última banda en la zonación altitudinal de la vegetación de La Palma, localizándose a partir de los 2.000 m de altitud por encima del pinar canario. El principal limitante ambiental

para la vegetación es el estrés térmico, oscilando las temperaturas medias anuales entre 5-10º C, siendo frecuentes las heladas nocturnas en los meses invernales y, de forma más esporádica, se pueden producir nevadas. El estrés hídrico es moderado registrándose precipitaciones medias anuales entre 400-800 mm. Las especies vegetales presentan una serie de adaptaciones morfológicas y fisiológicas para sobrevivir en estas condiciones frías y a la alta insolación, como desarrollar un porte achaparrado o almohadillado, presencia de sustancias anticongelantes en la savia, cubiertas protectoras blancas o grisáceas (pilosidad, ceras) y una superficie foliar reducida. Esta comunidad vegetal está formada principalmente por *Adenocarpus viscosus* subsp. *spartioides*, *Descurainia gilva*, *Genista benehoavensis*, *Tolpis laciniata*, *Erysimum scoparium*, *Festuca agustinii* y *Spartocytisus supranubius* (Del Arco Aguilar *et al*., 2006).

5.3. LA VEGETACIÓN DE LOS VOLCANES HISTÓRICOS

5.3.1. Mosaicos de comunidades rupícolas de piroclastos y coladas

El análisis más detallado del mapa descubre otras unidades que no responden a los cambios del clima insular, sino a un factor geográfico intrínseco a la naturaleza volcánica de las islas (Figura 12). La permanencia de la actividad volcánica en una de las dorsales con mayor número de erupciones históricas de Canarias da lugar a numerosas discontinuidades espaciales de la vegetación que responden a etapas iniciales de colonización vegetal, tras la renovación de los paisajes y ecosistemas por las perturbaciones eruptivas. Se trata de una vegetación muy especializada, capaz de prosperar directamente sobre el sustrato rocoso y en las que los talófitos pueden alcanzar un importante protagonismo. Existen diferencias entre la composición florística y estructura de la vegetación dependiendo de la edad de los volcanes, las condiciones ambientales y morfología de los materiales eruptivos (Beltrán-Yanes, 2000; Beltrán-

Yanes y Dóniz-Páez, 2009).

En el mapa se identifican también otras comunidades rupícolas con composición florística y fisonomía específicas en superficies volcánicas recientes, más antiguas, y en los acantilados de la isla.

6. PAISAJES

Esther Beltrán-Yanes y Emma Pérez-Chacón Espino
estyanes@ull.edu.es; emma.perez-chacon@ulpgc.es

6.1. FACTORES Y PROCESOS QUE ORGANIZAN LOS PAISAJES

La singularidad de los paisajes palmeros (Figura 13) emana de sus configuraciones insulares concretas, articuladas en función de factores que varían según la escala de referencia (Martínez de Pisón, 2014). Dos de estos factores son de carácter regional: su posición noroccidental en el archipiélago, directamente abierta al aporte húmedo de los vientos alisios y a los frentes y borrascas del Atlántico, y la localización de la isla sobre un punto caliente activo. El primer factor explica que La Palma reciba los valores de precipitaciones más elevados de Canarias, con una notable diferencia entre las fachadas de barlovento y sotavento; también habría que distinguir entre vertientes orientales, con mayor nubosidad, y las occidentales, más cálidas y soleadas. Del segundo factor se deriva la existencia de un volcanismo reciente y actual en el sur, que contrasta con la parte norte de la isla, de materiales más antiguos.

Estos condicionantes regulan también la organización principal de la cubierta vegetal, determinando los tipos de vegetación según la altitud y orientación, que son rejuvenecidos en el sur de forma recurrente por las erupciones volcánicas.

Por tanto, en la isla se distinguen dos unidades de paisaje principales. Al norte, el edificio Taburiente que presenta un relieve muy irregular y antiguo, que muestra la totalidad de los pisos de vegetación, definido además por espectaculares formas de erosión y sedimentación. A esta unidad de paisaje se han adaptado sus habitantes durante siglos, a través de unos característicos aprovechamientos agrarios tradicionales.

Figura 13. Imagen aérea de la isla de La Palma.

Fotografía: Sergio Socorro.

Al sur, la unidad de Cumbre Vieja que se distingue por un relieve joven, de topografía regular y de altitud menor, por lo que carece de matorral de montaña. Lo más destacado de esta unidad son las llamativas morfologías eruptivas directas. Una población resiliente convive con estas montañas activas, a las que ha amoldado sabiamente sus formas de vida agraria a los persistentes fenómenos volcánicos.

A mayor escala geográfica se reconoce en estas unidades el escalonamiento de paisajes de costa, medianías y cumbres, que unas veces dan lugar a contrastes paisajísticos notables, mientras que otras producen tránsitos secuenciales casi imperceptibles. A su vez, la impronta de la actividad humana crea unas curiosas fisonomías territoriales mestizas (pinares empobrecidos con cultivos, bosquetes de castaños, plantaciones forestales, pastizales), donde resulta difícil marcar la frontera entre la realidad geográfica natural y la cultural.

Por su parte, los procesos modelan estos paisajes. Tanto la dinámica de vertientes, especialmente activa en esta isla, como la

acción marina, son responsables de algunas fisonomías de la superficie insular muy representativas. Pero, sin duda, son los procesos eruptivos recientes los que han generado los cambios más significativos en cortos intervalos temporales. Tan solo los cambios antropogénicos les ganan en rapidez para crear nuevas formas territoriales, en este caso artificiales, y no siempre dialogantes con las configuraciones naturales o agrarias tradicionales. En definitiva, la diversidad de paisajes es fruto de una combinación dinámica, y por ello, inestable (Bertrand y Bertrand, 2006), de elementos físicos, biológicos y antrópicos que interactuando dialécticamente unos sobre otros, hacen de los paisajes palmeros un conjunto único e indisociable en permanente evolución.

6.2. EJEMPLOS DE PAISAJES NATURALES

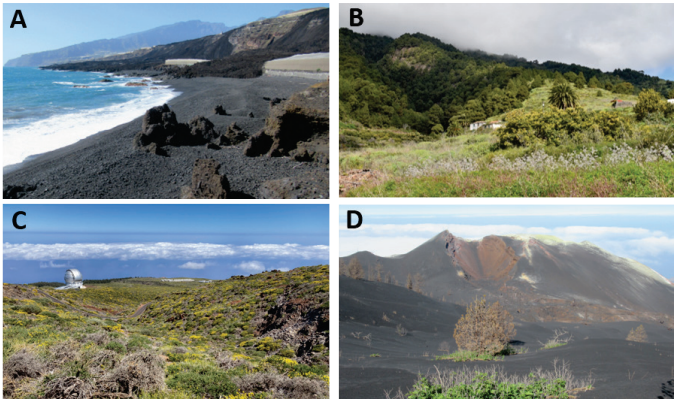
Entre la diversidad de paisajes de La Palma, se ha seleccionado como ejemplo una secuencia, a escala más detallada, que va de costa a cumbre (Figura 14). A ella se suma el paisaje más natural de la isla pues, a pesar de ser una erupción "periurbana" por su localización, el edificio de Tajogaite aún no ha tenido alteraciones antrópicas.

El paisaje costero (Figura 14A) se corresponde con una playa de gravas y cantos basálticos, asociados a la erupción histórica del volcán de San Juan (1949). En segundo plano se observan cascadas lávicas generadas por la erupción de Tajogaite y, entre ellas, el paleoacantilado.

El paisaje de medianías septentrionales (Figura 14B) combina un barranco encajado en materiales del edificio volcánico Taburiente y colonizado por el monteverde, con un interfluvio en rampa, utilizado para instalar los cultivos. El paisaje de cumbre (Figura 14C) muestra un retamar-codesar achaparrado, adaptado al frío, al viento y a una menor disponibilidad de recursos hídricos, que crece sobre materiales lávicos y piroclásticos del edificio Taburiente. Resulta difícil encontrar paisajes sin intervenciones humanas, acabados de nacer: Tajogaite sí lo es (Fig. 2D). Aunque en sus entrañas arrastra restos de casas,

carreteras y sueños de los habitantes de esta zona, conserva un grado de naturalidad extremo, al menos el área del edificio volcánico. No ocurre lo mismo con su malpaís, que ya presenta numerosas cicatrices.

Figura 14. Ejemplos de paisajes naturales de costa (A), medianías (B) y cumbres (C) y del paisaje volcánico más reciente (D).



(A) Acantilados de El Perdido-Los Guirres. (B) Barranco encajado e interfluvio del nordeste en el Palmar. (C) Panorama desde el Roque de los Muchachos. (D) Volcán Tajogaite. Fotografías: Esther Beltrán Yanes y Emma Pérez-Chacón Espino.

Esta diversidad de paisajes naturales ha experimentado transformaciones a lo largo de la historia, de baja intensidad durante la etapa pre-europea, notable cuando la isla adoptó un modelo productivo agrario, y sustanciales en su transición actual hacia el desarrollo urbano-turístico.

6.3. EJEMPLOS DE PAISAJES ANTRÓPICOS

Para ilustrar esta secuencia de ejemplos de paisajes antrópicos (Figura 15) se han seleccionado dos paisajes agrarios, uno tradicional (viñas) y otro más reciente, nacido a partir del desarrollo del cultivo del plátano. A ellos se suman uno urbano y otro turístico.

Figura 15. Ejemplos de paisajes antrópicos: cultivos de la vid (A), plataneras (B), paisaje urbano (C) y paisaje turístico (D).

(A) Viñas de Fuencaliente. (B) Plataneras de las Hoyas. (C) Santa Cruz de La Palma y D) Urbanización La Palma-Teneguía-Princess. Fotografías: Emma Pérez-Chacón Espino.

El "paisaje del vino" seleccionado (Figura 15A) se localiza en el municipio de Fuencaliente, al sur de la isla, más cálida y bien expuesta al sol. Los viñedos se instalan en terrenos volcánicos recientes, donde los suelos contienen principalmente cenizas y lapilli. La edad del sustrato volcánico y la morfología de los materiales organizan espacialmente los usos agrícolas de los isleños, que han sabido hábilmente convertir en productivo el suelo estéril quemado por los volcanes. El parcelario se estructura además a partir de la red de caminos, que unía los cultivos y el poblamiento tradicional disperso. Actualmente algunas de las bodegas y caseríos han incorporado el uso turístico.

El paisaje de la platanera (Figura 15B) se generaliza, en algunos sectores de la isla de La Palma, a partir de la década de 1960. El valle

de Aridane y la costa occidental de la isla serán las áreas donde alcance mayor desarrollo. Muchos de estos cultivos se instalan sobre coladas volcánicas, acondicionadas mediante suelos de aporte (denominados sorribas), traídos de las medianías de la isla. La zona de la fotografía (Las Hoyas) se encuentra hoy muy afectada tras la erupción de Tajogaite.

El paisaje urbano (Figura 15C) muestra el desarrollo de la capital insular, Santa Cruz de La Palma. Contrasta la morfología urbana actual en la zona litoral, donde el crecimiento reciente se ha resuelto en muchas ocasiones mediante edificaciones plurifamiliares en bloque, con lo que sucede en la parte alta del municipio. En ella prolifera un poblamiento disperso muy característico de La Palma: desde su origen agrario evoluciona actualmente hacia un periurbano mestizo, donde conviven usos agrícolas y residenciales.

El paisaje turístico (Figura 15D) representa un nuevo modelo de transformación territorial, donde las plataneras de zonas costeras se sustituyen por amplios complejos turísticos. A modo de pequeñas ciudades de ocio, contienen todo lo que demanda un turista de sol y playa, aunque también se ofrece la visita a los innumerables recursos naturales y culturales con los que cuenta La Palma.

7. BREVE HISTORIA DE LA PALMA

Ana Viña-Brito
anvina@ull.edu.es

Sintetizar en unas páginas el devenir histórico de cualquier territorio resulta complicado y mucho más cuando nos referimos a la isla de San Miguel de La Palma. Situada en el extremo occidental del archipiélago canario, con una superficie de 708 km^2 y una altitud de 2426 m, es actualmente Reserva Mundial de la Biosfera con una amplia representación de los hábitats de la región biogeográfica de la Macaronesia, que tras las sucesivas ampliaciones abarca 87.251 ha., de las cuales 70.832 ha. terrestres y 16.419 ha. marinas (https://lapalmabiofera.es).

Si tuviéramos que señalar algunos de los hitos históricos que más influencia han tenido en la Isla, habría que comenzar con la incorporación a la corona de Castilla, a finales del siglo XV, y la consiguiente imposición de nuevas estructuras político-administrativas, los diferentes ataques piráticos que padeció, el enfrentamiento con los regidores perpetuos, sede del Juzgado de Indias, la división eclesiástica, la constitución de los ayuntamientos, así como los distintos cultivos que potenciaron su desarrollo como el azúcar, el vino, el tabaco y los plátanos, entre otros.

También son recurrentes las referencias a las sucesivas calamidades: sequías, riadas como la tormenta de 1765 que destrozó parte de la ciudad, el aluvión de 1783 y, evidentemente, los diferentes procesos eruptivos acaecidos en el territorio insular, pero pocas veces en la bibliografía se tiene en cuenta a la población, eje central sobre el que pivota el devenir histórico insular, que no puede ni debe percibirse como un sujeto pasivo.

Si nos remontamos a la etapa histórica se inicia con la incorporación a la corona castellana, tras una serie de enfrentamientos armados, pactos, razias, capitulaciones, hasta la conquista por Alonso Fernández

de Lugo en 1493, como isla de realengo, lo que trajo consigo la imposición de una nueva estructura político-administrativa (Viña-Brito, 1997; Aznar, 1992), frente a los doce bandos aborígenes en que estaba dividida.

Como otros territorios insulares, sufrió asimismo numerosos ataques piráticos (Rumeu de Armas, 1948), pero ninguno tan virulento como el que llevó a cabo Jaques Le Clerq en el año 1553 que arrasó la ciudad y la documentación que en ella había. De ahí que podamos establecer dos etapas en cuanto a las fuentes documentales, una primera desde la conquista hasta 1553 y otra con posterioridad a esta fecha, con una rápida recuperación, de tal manera que, en palabras del historiador azoreano Gaspar Frutuoso, "esta ciudad era tan vana y soberbia, tan lozana y pomposa, tan rica y bien provista" (Frutuoso, 1964).

Junto a la población aborigen que no fue esclavizada y vendida en los mercados peninsulares, el mayor contingente que arribó a la isla procedía del reino de Castilla, le seguían en número portugueses, tanto del continente como de las islas, especialmente de Madeira y, desde los primeros años del siglo XVI, la isla recibirá una fuerte impronta de población flamenca (en principio estos flamencos ejercieron como mercaderes pero, en muy poco tiempo, pasaron a convertirse en grandes propietarios y, posteriormente, formaron parte de la elite local), sin olvidar la población esclava, negros y moriscos, fundamentalmente para el trabajo en los ingenios azucareros y como trabajadores domésticos. Esta diversidad de pobladores contribuyó a una complejidad social y a unos criterios de jerarquización, evidentes ya desde el siglo XVI, que se fueron agrandando en las siguientes centurias al contar con una base económica que les permitía ejercer un control político y social (Viña, 2022).

Desde sus inicios el concejo estableció la capitalidad en S/C de La Palma, prácticamente el único núcleo urbano en esta centuria, aunque bien es verdad que poco a poco se fueron creando nuevas áreas con cierta pujanza económica en torno a los cuatro ingenios azucareros de

la Isla, dos en San Andrés y Sauces y dos en Argual y Tazacorte, pues en Canarias al igual que en el continente americano es válida la afirmación “donde hay un ingenio hay un pueblo”.

Estos nuevos núcleos se evidencian asimismo por la erección de ermitas en esas áreas y la propia división eclesiástica insular. La incorporación de La Palma a la Corona trajo consigo un proceso de repartimiento de tierras y aguas con la finalidad de asentar población y potenciar una economía de exportación, pero al igual que sucedía en Castilla el concejo se reservó para sí la zona de montes y dehesas, no exenta de enfrentamientos con la población que se agudizaron en épocas de carestías, por fenómenos volcánicos como ocurrió con el volcán de 1585, o posteriormente por la apropiación de terrenos baldíos, por la propiedad de las aguas, etc., por lo que podemos afirmar que desde las Endechas a Guillén Peraza hasta el volcán de Tajogaite, la mentalidad vigente en cada época histórica definirá las actuaciones llevadas a cabo, con diferentes resultados, en función de los intereses representados en cada uno de los sucesivos acontecimientos.

Evidentemente encontramos otros hitos (Lorenzo Rodríguez, 2011) que han modelado las vivencias de la población tanto en el ámbito cultural, especialmente en las fiestas y tradiciones con un importante patrimonio artístico, infraestructuras hidráulicas, telefonía, emigración, nuevos cultivos, pues no olvidemos que es una isla esencialmente agrícola, caracterizada por el tesón y la resiliencia que han demostrado sus habitantes a lo largo de la historia, pero sin duda han sido los fenómenos naturales los que mayor impacto han tenido en la población, recordemos la riada de 1957, el volcán de San Juan (1949) o el Teneguía (1971), y, por supuesto, el último volcán de Tajogaite (2021). La Palma, una isla visibilizada en épocas recientes por una catástrofe, tiene un devenir de más de cinco siglos de historia por lo que se hace necesario el estudio de estas comunidades locales y su relación con el medio, como parte integrante de la Historia Atlántica de la que forma parte.

8. GEOGRAFÍA HUMANA DE LA PALMA

José León García-Rodríguez
jleongar@ull.edu.es

8.1. RASGOS GENERALES

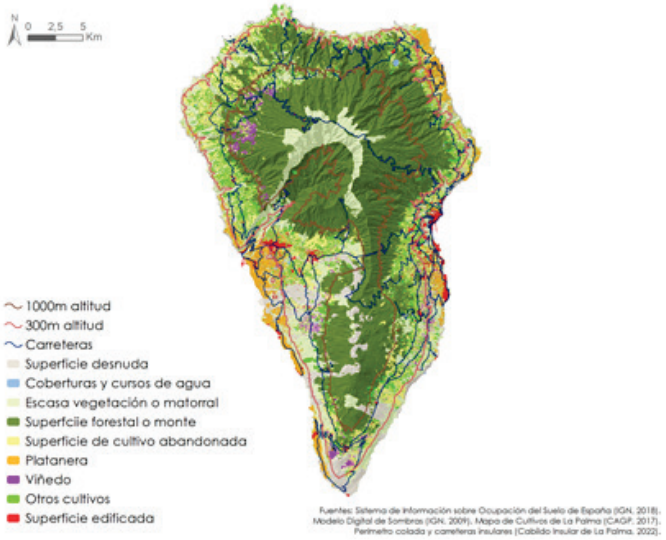
La Isla de La Palma posee una superficie de apenas 708 km^2, por lo que ocupa por su tamaño y por su población de unos 84.000 habitantes el quinto lugar entre las islas del Archipiélago. Este es el primer inconveniente para el desarrollo socioeconómico de la misma, la limitación territorial. Pero el problema se complica todavía más a causa del importante relieve que presenta la isla y del destacado abarrancamiento que afecta a su sector septentrional, lo que ocasiona unos notables desniveles y da lugar a una enorme fragmentación del espacio, por lo que existen pocos lugares planos o escasamente inclinados que sean adecuados para los asentamientos humanos, agrarios o poblacionales.

Por otra parte, a causa del predominio de las fuerzas que destruyen el relieve sobre las que lo construyen en una gran parte de la isla, a pesar de la juventud relativa del edificio insular, este se encuentra rodeado de elevados acantilados, lo que limita la extensión de las tierras bajas, las que están situadas por debajo de la cota de los 300 m, que son las adecuadas para los cultivos tropicales o de caracter termófilo, que han sido históricamente los más rentables y se han dedicado a la exportación, como la caña de azucar y el plátano.

En términos generales, la isla está formada por la adición de dos espacios de distinta edad, altura, morfología y suelos, y por ello claramente diferenciados en cuanto a la ocupación humana: el sector septentrional y el sector meridional. El primero de dichos espacios es más viejo que el resto del territorio, aunque es joven en relación con las tierras más antiguas que aparecen en Canarias, y alcanza la mayor altitud de La Palma en el Roque de los Muchachos con 2.426 m, donde se

encuentra uno de los observatorios astronómico más importante del hemisferio norte. Este sector insular es una especie de cono truncado, de base exagonal, en cuyo centro se encuentra la notable cavidad erosiva de la Caldera de Taburiente, y cuya superficie está troceada por multitud de barrancos de trazado radial.

Figura 16. Mapa de usos del suelo de La Palma.



A causa de la edad de este sector y de que en la misma ha predominado en los últimos milenios la actividad destructiva del mar sobre la constructiva de las erupciones volcánicas, es la isla más acantilada, por lo que sus tierras bajas son muy escasas; solo donde han derramado coladas por el acantilado y aún no han sido destruidas por la erosión, aparecen estrechas islas bajas, que en la toponimia local se denominan fajanas, haciendo referencia a sus características morfológicas con este término de origen portugués. Por tanto, en este sector de La Palma es donde existen los mayores desniveles de la isla, pero también es la que contiene los suelos más profundos y

evolucionados, aunque el espacio agrario se reduce a solamente una parte del territorio y se presenta enormemente fragmentado, por lo que los cultivos y el poblamiento se localizan casi exclusivamente en los interfluvios de los numerosos y profundos barrancos, lo que ha dificultado históricamente las comunicaciones.

El sector meridional de la isla es el más reciente; la actividad eruptiva se ha ido desplazando progresivamente de norte a sur, de modo que las tierras son cada vez más jóvenes en dirección meridional, donde se han localizado las últimas erupciones históricas y también la de Tajogaite en 2021. La isla se estrecha hacia la Punta de Fuencaliente; y debido a la importante acumulación de materiales procedentes de las erupciones recientes y subrecientes que se ha producido en esa área, alcanza una notable altura, aunque algo menor que la del sector septentrional.

La combinación de ambos factores da lugar a una destacada pendiente, y la distribución de las rocas en función de la edad hace que los suelos sean progresivamente menos evolucionados en dirección sur (litosuelos y suelos en la primera o segunda fase de su evolución por su edad y ambiente climático). Por tanto, se trata de la zona en la que se localizan las lavas, las escorias y las cenizas volcánicas, por lo que resulta la menos adecuada desde el punto de vista edafológico para la instalación de los cultivos; como consecuencia de ello, ha sido también históricamente la parte menos poblada de la isla, e incluso en el pasado estuvo exenta de agricultura, pues estuvo destinada a dehesa comunal, en razón de sus limitadas posibilidades agrícolas.

En el sector meridional de La Palma, a causa del predominio de la actividad constructiva del vulcanismo sobre la destructiva de la erosión marina, es donde se encuentran las principales islas bajas, formadas por el derrame de los materiales volcánicos sobre los acantilados, las cuales tienen una gran importancia agrícola en la actualidad, al estar cubiertas por productivas explotaciones de plátanos y algunas instalaciones turísticas.

Por otra parte, además de los espacios anteriores, existe en La Palma una zona intermedia, que sirve de enlace entre ambas, posee menor

altura que estas y sus materiales tienen una edad intermedia con respecto a los sectores septentrional y meridional. En su génesis y en su morfología han jugado un destacado papel tanto los derrames de las coladas como los sedimentos de los aluviones procedentes de los espacios limítrofes. La menor altura que alcanza la zona intermedia se debe a que el emplazamiento de los centros de emisión más activos se encuentran fuera de la misma, precisamente en los sectores septentrional y meridional de la isla; por esa razón, el área situada entre ambas es la zona menos pendiente de La Palma, y posee suelos agrícolas de cierta calidad a causa de su génesis, tanto en la vertiente de barlovento como en la de sotavento. Por todo ello, ese espacio de menor inclinación es el que concentra la mayor parte del poblamiento tradional y actual, y una buena parte de los cultivos de la isla. Es la zona que da lugar a la soleada comarca del Valle de Aridane, al oeste, y la de las Breñas y Santa Cruz de La Palma, al este, las cuales concentran más del 75% de la población insular en la actualidad.

A grandes rasgos y en lo que respecta a la distribución de los cultivos, ha existido una notable diferenciación entre la isla del norte y la del sur, pues la primera ha sido la del dominio tradicional de los cultivos de autoabastecimiento en pequeñas o incluso diminutas explotaciones. Y en cambio, la isla del sur, más seca y de peores suelos ha sido la isla del viñedo, de la higuera y de las chumberas, que ha sustituido en algunos casos las papas y el cereal pobre por el cultivo del boniato en los arenales, aunque la llegada del agua a la misma ha cambiado en parte su fisonomía.

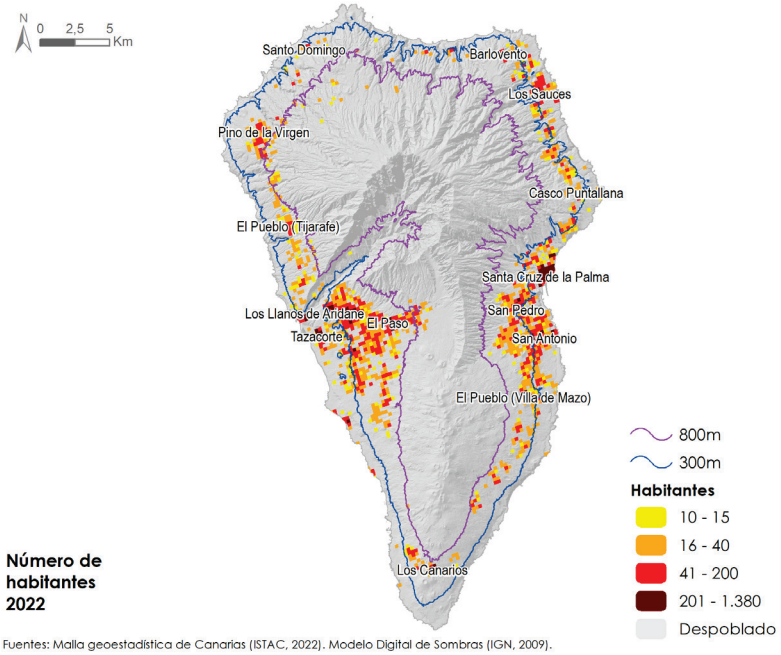
Por otro lado, en el sector norteño, la mayor parte de las tierras de labor, de secano o regadío, aparecen en terrazas, para evitar que la erosión se lleve los suelos a causa de su menor permeabilidad. En cambio, en la isla sureña, la porosidad de los suelos hace innecesaria la construción de terrazas o bancales en una buena parte del terrazgo, de secano a pesar de la pendiente. Es decir, las diferencias edafológicas y de humedad entre una parte y otra de la isla establecen diferencias importantes en el paisaje agrario tradicional y también en el

poblamiento, que tiende a la dispersion en el norte y a la concentración en el sur. Sin embargo, esta contraposición de cultivos y de morfología agraria en el secano, entre los dos sectores insulares contrasta con la relativa igualdad existente en los cultivos de regadío, que están dedicados sobre todo a la platanera y a ciertos frutales tropicales como el aguacate, el mango y la papaya, en pequeñas huertas especialmente construidas para ello en la franja de costa del territorio, donde se ubica el paisaje agrario más visible de la isla que es el de la platanera. Por el contrario, en la franja de cumbre contrasta el monteverde en el área septentrional con el pinar en la meridional.

8.2. EL POBLAMIENTO INSULAR

El poblamiento de La Palma tiene sus raíces en su propia historia agraria, por lo que su génesis se remonta a la etapa de la colonización y su estructura refleja las diferentes estrategias utilizadas en la ocupación del territorio. Además, el emplazamiento de este se sustenta en factores como la calidad de los suelos, el mapa de precipitaciones, la existencia de manantiales, la estructura de la propiedad, etc. En general, la distribución tradicional de los cultivos justifica, en gran medida, el asentamiento de la población en las distintas áreas de la isla, salvo en el caso de los cultivos de regadío de la costa, que concentran el poblamiento y también la capital insular por motivos portuarios. Como consecuencia, la población de La Palma no se distribuye de manera homogénea, sino que se localiza en una franja discontinua, ubicada en las medianías, por debajo de los 400 m en el noreste, y a mayor altitud según se avanza en dirección sur y suroeste, de modo que en el extremo meridional de La Palma y en el Valle de Aridane asciende hasta los 800 m, y en Hoya Grande, en Garafía, supera incluso los 1.200 m. El escaso desarrollo turístico de la etapa reciente ha limitado el crecimiento de la población de las entidades de costa, que solo ha aumentado en los litorales de Los Llanos y de las Breñas.

Figura 17. Mapa de ubicación de la población insular.



Fuente: malla de densidades de población del Instituto Canario de Estadística.

9. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Antonio I. Hernández-Cordero
hernandez.cordero@ulpgc.es

9.1. INTRODUCCIÓN

Aunque existen precedentes desde los años 50 del siglo XX, como la declaración de los Parques Nacionales del Teide y la Caldera de Taburiente en el año 1954, la protección del territorio canario bajo la figura de los espacios naturales protegidos comenzó realmente a finales de los años 80 del siglo pasado con la Ley 12/1987, de 19 de junio, de declaración de Espacios Naturales de Canarias (LENAC). Esta Ley declaró 104 espacios protegidos en todas las islas Canarias. Posteriormente, la LENAC fue sustituida por Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias. Esta Ley reclasificó los espacios protegidos declarados por la anterior en las categorías establecidas por la legislación nacional, en concreto la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres. Ya en el siglo XXI se aprueban otras leyes que generan cambios en la política de protección del territorio, como 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, y la actualmente vigente Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias. Además, hay que considerar la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, donde se regulan las figuras de protección de los espacios naturales nacionales e internacionales y de las especies en España.

La Palma es Reserva de la Biosfera desde el año 1983 cuando se declaró la Finca El Canal y Los Tiles, ampliándose al resto de la isla en el año 1998. La isla presenta diferentes zonas con protección

ambiental que están integradas en la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos y en la Red Natura 2000.

9.2. RED CANARIA DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Actualmente la isla de La Palma tiene declarados 20 espacios naturales protegidos con diferentes figuras de protección: 1 Parque Nacional, 1 Reserva Natural Integral, 1 Reserva Natural Especial, 2 Parques Naturales, 8 Monumentos Naturales, 4 Paisajes Protegidos y 3 Sitios de Interés Científico (Tabla 2; Figura 18). Ocupan una superficie de 25.012,9 ha (ISTAC), lo que equivale al 35,3% de la isla.

Cada uno de estos espacios naturales protegidos tienen una serie de valores naturales y/o culturales específicos, que muestran la gran variedad de ecosistemas y especies vegetales y animales de gran interés conservacionista, especialmente por su carácter endémico o por ser escasos en el contexto nacional y europeo. El Parque Nacional de la Caldera de Taburiente alberga una de las mejores manifestaciones de pinar canario y, junto con el del Teide, es el único que protege el matorral de alta montaña canario. Las Reservas, Guelguén y Pinar de Garafía, contienen excelentes muestras de vegetación litoral, comunidades rupícolas, tabaibal dulce, cardonal y laurisilva en el primer caso, mientras que la segunda, como su nombre indica, protege uno de los pinares más antiguos de la isla donde se conservan ejemplares centenarios. Los dos Parques Naturales existentes conservan ecosistemas forestales bien desarrollados, destacando en el de Las Nieves uno de los bosques de laurisilva mejor conservados de Canarias, además de pinar canario y matorral de alta montaña, así como la presencia de especies de aves endémicas de Canarias como la paloma rabiche (*Columba junoniae*) y la paloma turqué (*Columba bollii*). En el caso de Cumbre Vieja destaca la componente geológica y geomorfológica por constituir una dorsal volcánica donde se concentra el vulcanismo histórico de La Palma, pero también contiene comunidades vegetales de gran interés,

fundamentalmente pinar canario y, en menor medida, muestras de laurisilva. Los Monumentos Naturales integran principalmente geoformas que presentan un destacado valor paisajístico y geológico-geomorfológico, como conos volcánicos, acantilados, roques, barrancos y tubos volcánicos. Por su parte, los Paisajes Protegidos pretenden conservar los paisajes culturales resultantes de los aprovechamientos tradicionales, aunque también albergan valores naturales como la presencia de una especie de saltamontes áptero endémico de La Palma que solamente se localiza en El Remo, *Acrostira euphorbiae*. Finalmente, los Sitios de Interés Científico albergan valores relacionados con la presencia de salinas, de gran importancia para avifauna migratoria, y otros destacan por albergar relíctos de bosques termófilos.

Tabla 2. Red Canarias de Espacios Naturales Protegidos de La Palma.

Categoría y nombre	**Superficie (ha)**	**% de la isla**
Parque Nacional de la Caldera de Taburiente	4.690,0	6,6
Reserva Natural Integral del Pinar de Garafía	984,1	1,4
Reserva Natural Especial del Guelguén	1.074,4	1,5
Parque Natural de Las Nieves	5.094,0	7,2
Parque Natural de Cumbre Vieja	7.499,7	10,6
Monumento Natural de Idafe	0,4	0,0
Monumento Natural Tubo Volcánico de Todoque	0,5	0,0
Monumento Natural Volcanes de Teneguía	857,4	1,2
Monumento Natural Barranco del Jorado	98,7	0,1
Monumento Natural Costa de Hiscaguán	253,3	0,4
Monumento Natural Risco de la Concepción	66,1	0,1
Monumento Natural Volcanes de Aridane	100,4	0,1
Monumento Natural Montaña de Azufre	75,2	0,1
Paisaje Protegido El Remo	182,9	0,3
Paisaje Protegido Tamanca	2.007,4	2,8
Paisaje Protegido Barranco de Las Angustias	1.695,5	2,4
Paisaje Protegido Tablado	221,9	0,3

Sitio de Interés Científico Barranco del Agua	74,6	0,1
Sitio de Interés Científico Salinas de Fuencaliente	7,0	0,0
Sitio de Interés Científico Juan Mayor	29,4	0,0
Total	25.012,9	35,3

Fuente: ISTAC. Elaboración propia.

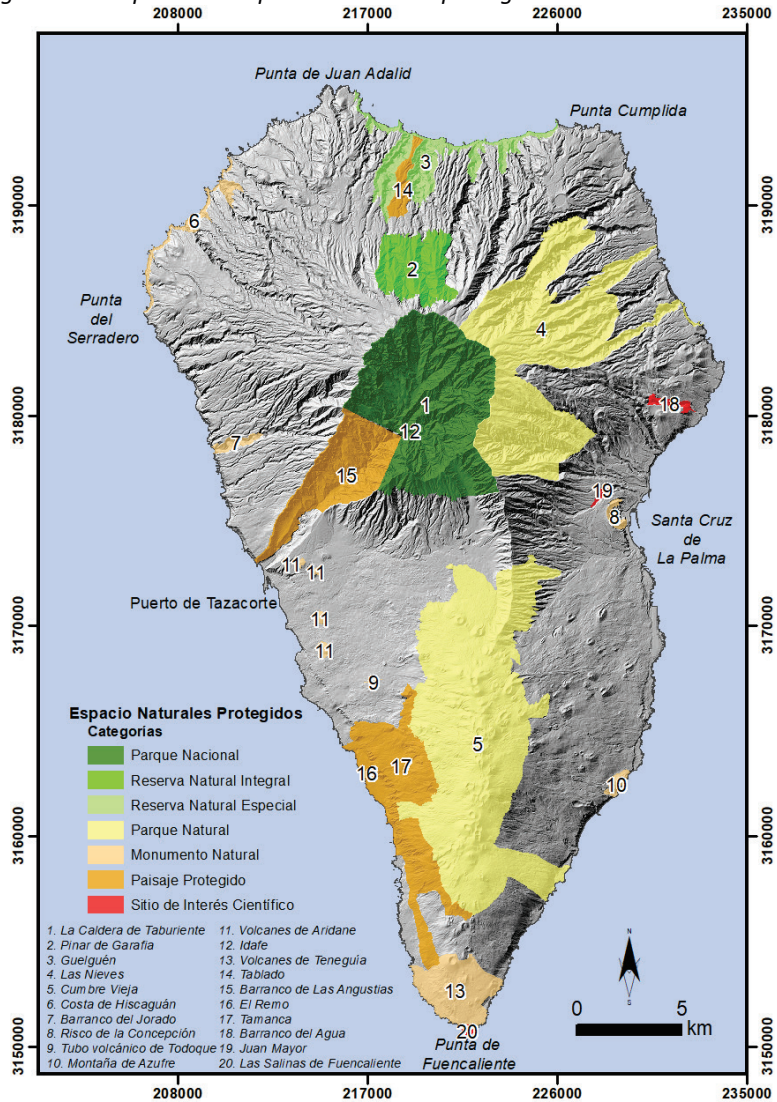
9.3. RED NATURA 2000

La Red Natura 2000 es una red ecológica europea cuyo objetivo es la conservación de la biodiversidad. Está formada por las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y por las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Estos espacios se solapan parcial o totalmente entre sí y con los de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos.

En la isla de La Palma se han declarado 32 ZEC, 30 terrestres, que ocupan una extensión de 36.259,6 ha (51,2% de la superficie insular) y 2 marinas. El objetivo de las ZEC es la protección de una muestra representativa de los hábitats de interés comunitario (HIC) establecidos por la Directiva Hábitat 92/43/CEE y las especies silvestres de la Unión Europea, excepto las aves.

Las ZEPA están integradas por 6 espacios, 5 terrestres, los cuales tienen una superficie de 27.130 ha (38,3%), y uno marino. Han sido designadas en virtud de la Directiva Aves, que pretende la protección de las especies de aves silvestres europeas. En el caso concreto de La Palma, las ZEPA proporciona protección a dos especies endémicas, las palomas rabiche (*Columba junoniae*) y turqué (*Columba bollii*), aves marinas como pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*), pardela chica (*Puffinus baroli*), petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*), charrán común (*Sterna hirundo*), rapaces como el halcón tagorote (*Falco peregrinus pelegrinoides*) y el gavilán (*Accipiter nisus granti*), así como la chova piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax barbarus*), que destaca porque La Palma es la única isla canaria donde está presente.

Figura 18. Mapa de los espacios naturales protegidos de la isla de La Palma.



Fuente: IDE de Canarias (GRAFCAN). Elaboración: Leví García Romero.

10. LA GEOGRAFÍA DE LA PALMA COMO RECURSO DIDÁCTICO

Javier Dóniz-Páez y Emma Pérez-Chacón Espino
jdonizull.edu.es; emma.perez-chacon@ulpgc.es

10.1. INTRODUCCIÓN

La innovación educativa es un reto que asumen cada vez más docentes de todos los niveles educativos. Los geógrafos de numerosas universidades españolas también muestran su sensibilidad por esta cuestión, al integrar la dimensión didáctica y la transferencia de conocimiento en estas XXXVI Jornadas de Campo. El trabajo en el terreno ha sido, desde los inicios de la disciplina, una herramienta fundamental para la formación geográfica. En este contexto, la guía de campo de estas jornadas muestra la importancia de la geografía de La Palma como recurso didáctico.

La posibilidad de presenciar la erupción del volcán Tajogaite ha sido una experiencia inolvidable para el alumnado de las dos universidades canarias (Figura 19), tanto por la observación directa del volcanismo activo, como por la vivencia de las afecciones que este proceso ha producido en la sociedad palmera. A todo ello se suma el reto, como geógrafos, de aportar conocimiento y herramientas para afrontar la ordenación territorial de un espacio volcánico, paisaje que también ha despertado un gran interés entre el alumnado de grados y posgrados de diversas universidades (Santa-Cecilia Mateo *et al*., 2021; Goded-Merino *et al*., 2022).

Figura 19. Trabajos de campo del alumnado de los Grados de Geografía y Ordenación del Territorio de las universidades de Las Palmas de Gran Canaria (A) y de La Laguna (B) durante la erupción del volcán Tajogaite.

Fotografías: (A): Emma Pérez-Chacón Espino; (B): Fernando Sabaté-Bel.

10.2. PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta didáctica que presentamos se propone sintetizar la diversidad paisajística de la isla a través de cuatro itinerarios. En el primero se presentan los paisajes del norte de la isla, donde se encuentran los materiales geológicos más antiguos y los mejores ejemplos de la laurisilva canaria. En el segundo se estudia el parque nacional de la Caldera de Taburiente y sus pinares. El tercer itinerario se dedica al volcanismo histórico, visitando la parte meridional de la isla. Y el cuarto itinerario permite descubrir la erupción del volcán de Tajogaite y sus consecuencias territoriales y sociales.

Esta propuesta tiene como objetivo general conocer, analizar y valorar la geografía de La Palma, su patrimonio natural y cultural, así como la problemática que supone la ordenación de su territorio tras la erupción del volcán Tajogaite. Por su parte, los objetivos específicos por tipo de actividad didáctica se indican en la Tabla 3. Se trata de una propuesta flexible, que puede ser adaptada según el público al que se dirija, ya sea en el ámbito de la educación formal como en el de la no reglada.

Tabla 3. Objetivos específicos de las actividades didácticas.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA SALIDA DE CAMPO	
Actividad	**Objetivo**
Formular interrogantes iniciales	Conocer las ideas previas
Plantear una problemática	Despertar la curiosidad sobre la zona que se recorrerá
Localizar el itinerario	Ubicar la zona y situarla en el contexto de la isla de La Palma
ACTIVIDADES DURANTE LA SALIDA DE CAMPO	
Observar, describir y analizar el paisaje	Acercar al alumnado a la diversidad de los paisajes palmeros
Relacionar las características naturales con la actividad humana	Comprender que los paisajes actuales son el resultado de las interacciones entre procesos naturales y humanos
Conocer las consecuencias del volcanismo histórico	Valorar la importancia de la actividad volcánica en la organización territorial insular
ACTIVIDADES TRAS LA SALIDA DE CAMPO	
¿Qué valores patrimoniales has descubierto?	Sensibilizar sobre la importancia patrimonial de la geografía de La Palma
¿Qué problemática has observado?	Analizar la problemática territorial, especialmente la relacionada con la erupción del volcán Tajogaite
¿Qué podríamos hacer para mejorar la sostenibilidad del paisaje?	Dar respuesta a las preguntas formuladas inicialmente y fomentar la participación en la resolución de problemas territoriales

Fuente: elaboración propia.

Los materiales se organizan en dos apartados. Por una parte, el capítulo correspondiente a cada itinerario puede ser utilizado por el profesorado como guía informativa, de la que extraer la

documentación que considere oportuna para el alumnado. Por otra, al final de cada itinerario, se proponen unas actividades didácticas, diferenciando entre las que se realizarán antes, durante y después de la salida de campo. A ellas se suma, como complemento, un ejemplo desarrollado de una actividad didáctica por itinerario.

Desde el punto de vista metodológico, la propuesta se sustenta en estrategias de enseñanza-aprendizaje activas, donde el trabajo autónomo del alumnado tiene un gran protagonismo, así como las metodologías basadas en la investigación, la resolución de problemas, los estudios de caso, etc. (Dóniz-Páez, 2021). Las actividades didácticas previas a la salida de campo se centran en plantear los interrogantes iniciales, buscar la información necesaria y conocer la ubicación del recorrido que se realizará. Durante la salida de campo, el trabajo del alumnado se basa en la observación y comprobación de lo previamente estudiado, mientras que la última etapa, tras la visita, se destina al análisis, síntesis de lo observado y elaboración de propuestas.

En los trabajos de la etapa previa a la salida de campo, el alumnado tiene un papel muy activo en la búsqueda de información a través de metodologías específicas como, por ejemplo, la de la investigación. Toda la información recopilada deberá luego corroborarse en la fase de campo. Entre estas actividades está la de buscar diferentes materiales gráficos y cartográficos, referencias generales de la geografía palmera vinculadas con su geología, geomorfología, clima, biogeografía, el poblamiento, los usos del suelo o la organización territorial, entre otros.

Durante la etapa de campo, además de las actividades que se proponen de manera específica para cada uno de los cuatro itinerarios, el alumnado vuelve a tener un protagonismo sobresaliente, corroborando toda aquella información que ha obtenido en la etapa anterior. Aquí, las metodologías de enseñanza-aprendizaje activas pueden relacionarse con la resolución de

problemas o los estudios de caso muy concretos, como la evolución de un paisaje antes y después de una erupción volcánica.

Por último, en la etapa posterior a la salida de campo, el alumnado vuelve a desempeñar un papel fundamental, integrando el trabajo que ha realizado en las etapas previas. Aquí, una vez conocida la diversidad geográfica de la isla, y cómo se organiza territorialmente, el alumnado puede realizar propuestas de ordenación territorial de los usos del suelo, basándose en criterios de sostenibilidad.

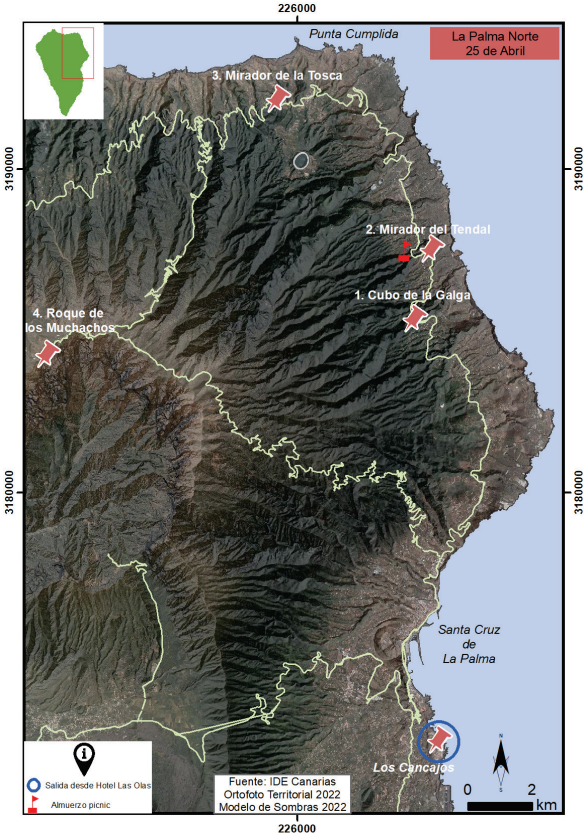
El ejemplo de los itinerarios de campo geográficos como herramienta de enseñanza-aprendizaje innovadora es una práctica muy habitual en los estudios de geografía (Dóniz-Páez, 2015), pero también en otras disciplinas relacionadas con el territorio y el medio ambiente. Por ello, durante estas jornadas de campo de geografía física se han preparado cuatro itinerarios de campo, pensados para que el profesorado pueda adaptarlos en diferentes niveles educativos. Se pretende con ello, desde la Asociación Española de Geografía, contribuir a la difusión de la geografía de La Palma como recurso didáctico, a la innovación educativa y a la transferencia de conocimiento.

ITINERARIOS

ITINERARIO 1. NORDESTE DE LA ISLA DE LA PALMA

E. Beltrán-Yanes (coordinadora), M.E. Arozena, J. Dóniz-Páez, L. García-Romero, J.L. García, A.I. Hernández-Cordero, J. Mangas, A. Palomares, E. Pérez-Chacón, M.P. Rodríguez, L.E. Romero y C. Romero.

Figura 20. Mapa del itinerario 1.



Fuente: base cartográfica IDE de Canarias (GRAFCAN). Elaboración: Leví García Romero.

INTRODUCCIÓN

Este itinerario parte de la capital de la isla, Santa Cruz de La Palma, y su recorrido nos permitirá profundizar en las características de los elementos que configuran los paisajes de este sector del viejo edificio de Taburiente. Desde el punto de vista de la geomorfología, conoceremos los factores que explican la morfología de estas vigorosas montañas compartimentadas en apretados barrancos muy encajados, y rejuvenecidas en algunos sectores próximos a la costa, por remodelaciones volcánicas monogenéticas más recientes. En lo que respecta a la vegetación, analizaremos el escalonamiento altitudinal de la vegetación de estas elevadas vertientes abiertas a los alisios, y estudiaremos a mayor escala geográfica los espléndidos paisajes de la laurisilva palmera en el barranco del Cubo de La Galga. Asimismo, tendremos la oportunidad de conocer el poblamiento de este sector y las actividades agrícolas tradicionales de sus habitantes, que han sabido aprovechar sus valiosos recursos naturales.

Por la tarde, el itinerario nos llevará hasta el Roque de los Muchachos (2.428 msnm), desde el cual, podremos contemplar la imponente Caldera de Taburiente, y analizar los fundamentos geomorfológicos de los principales edificios que construyen el relieve insular. También, en este lugar nos informaremos sobre las campañas dirigidas a la recuperación de la flora amenazada de estas cumbres, y descubriremos, además, la excepcional calidad astronómica de esta isla. Posteriormente, regresaremos a la capital recorriendo los pinares del Parque Natural de Las Nieves.

1. PARADA EL CUBO DE LA GALGA

1.1. La red de drenaje del sector septentrional

Se trata de una red de cuencas radiales de carácter consecuente, al adaptarse a la configuración morfológica y a la disposición periclinal

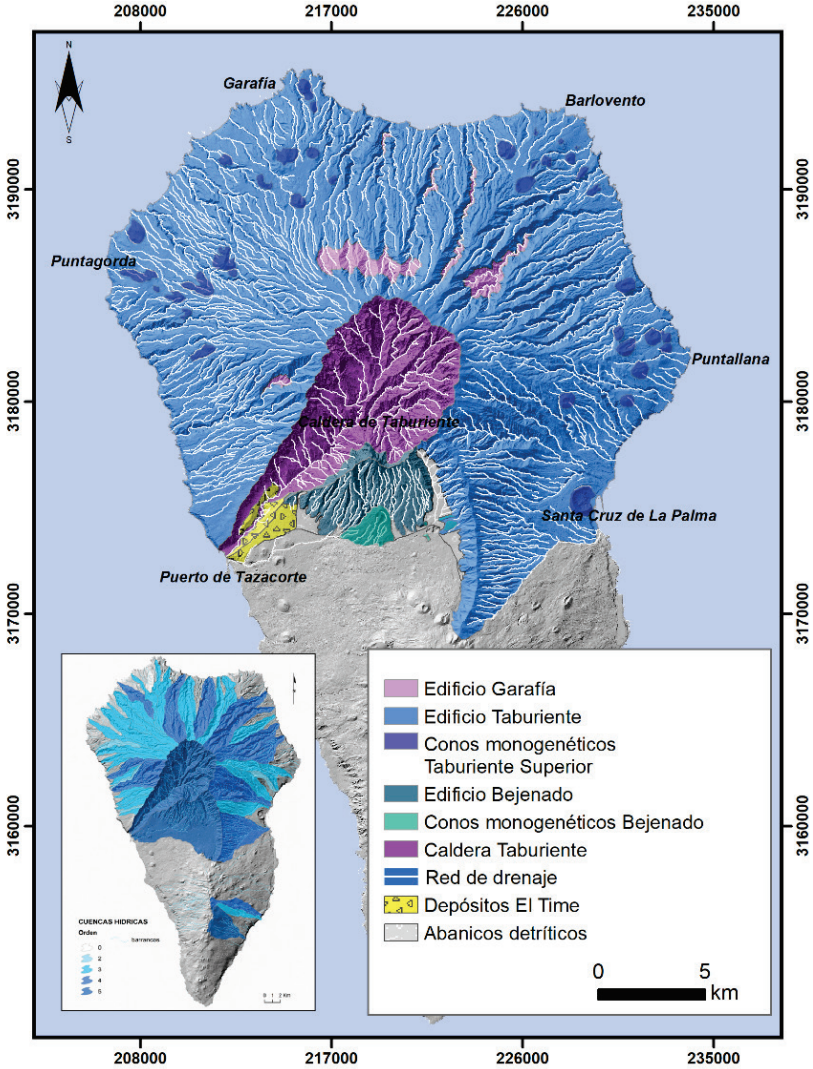
de los materiales del edificio Taburiente. El 45% de las cuencas del dorso de Taburiente son de orden 4, a las que se suman 36 cauces de orden 3. La mayoría son alargadas, o muy alargadas, muchas veces carentes de cabeceras polilobuladas (Figura 21). En la cumbre, los interfluvios son estrechos, pero hacia la costa aumentan su superficie y se transforman en interfluvios en rampa, representando antiguos niveles de incisión colgados sobre el nivel del mar actual. En cotas bajas, la presencia de cuatro campos volcánicos monogenéticos, de las últimas fases de construcción del edificio Taburiente, condicionan la dirección de la escorrentía, determinando cambios bruscos en el trazado de los cauces y la aparición de barrancos de órdenes, longitud y encajamiento menor.

Las cuencas con mayor grado de encajamiento y orden se emplazan en el sector norte y nororiental de Taburiente, y se asocian al edificio volcánico de Garafía, a su disposición abierta al norte-noreste y al área de penetración de las perturbaciones atlánticas.

1.2. Aspectos generales de la laurisilva de La Palma

La superficie ocupada por el conjunto del monteverde de La Palma es superior a la de las otras islas. La razón es la amplia fachada insular apta para el contacto con el mar de nubes, con orientación al E, NE y N. El área boscosa tiene los paisajes más contrastados de la laurisilva canaria, como herencia de una acomodación secular y actual de los usos del suelo al relieve. Los profundos barrancos alternan con rampas más o menos estrechas y han originado un apretado mosaico de huertas, en cultivo y abandonadas, pequeños centros de población, plantaciones de castaños y monteverde de distinto nivel de madurez.

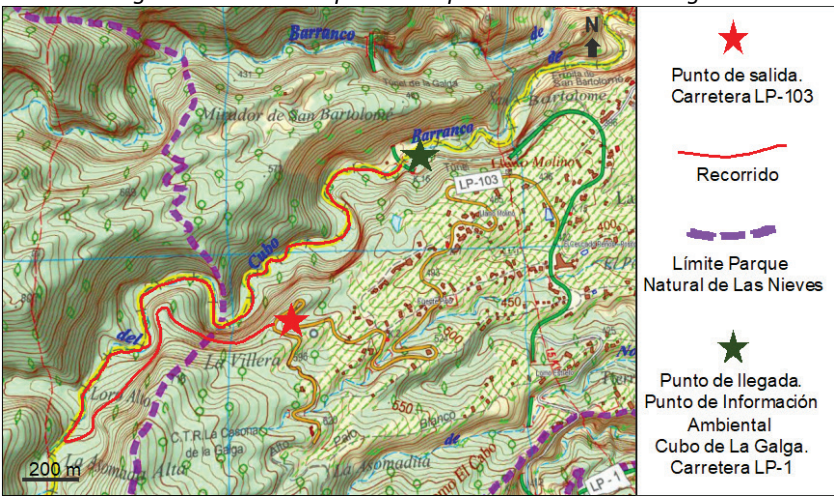
Figura 21. Cuencas hidrográficas y configuración de la red de drenaje del sector septentrional de la isla.



Fuente: base cartográfica: GRAFCAN. Elaboración: C. Guillén y C. Romero.

La laurisilva con síntomas de mayor naturalidad se halla en el interior de los barrancos del sector inferior del Parque Natural de Las Nieves, donde destacan las masas de Los Tilos y del Cubo de La Galga.

Figura 22. Itinerario por el bosque del Cubo de La Galga.



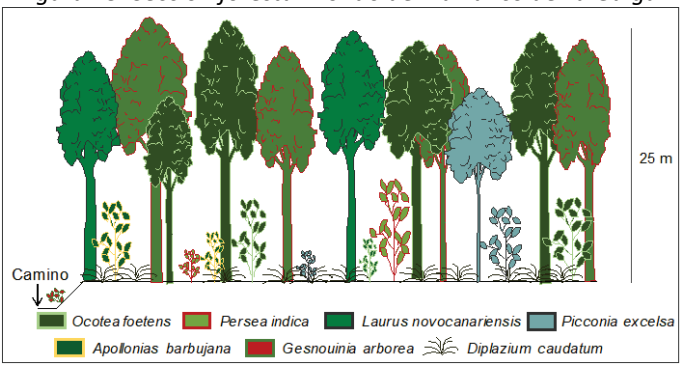
Elaboración: María Eugenia Arozena Concepción.

1.2.1. El bosque del Cubo de La Galga

El camino que recorreremos parte del borde de una rampa muy humanizada y desciende por la ladera hasta alcanzar el fondo del barranco a los 600 m (Figura 22). La presión antrópica es evidente en el primer tramo, que cruza un bosque joven con antiguos castaños (*Castanea sativa*), brezo (*Erica canariensis*), laurel (*Laurus novocanariensis*), acebiño (*Ilex canariensis*) y alguna faya (*Morella faya*). Según se desciende, los brezos pierden importancia y abundan los laureles y los acebiños, con algunos castaños antiguos; bajo ellos hay barbusanos (*Apollonias barbujana*) y palos blancos (*Picconia excelsa*) jóvenes. En los pequeños barrancos que atraviesa el camino

ya aparecen grupos de grandes viñátigos (*Persea indica*) y tiles (*Ocotea foetens*).

Figura 23. Sección forestal. Fondo del Barranco de La Galga.



Elaboración: María Eugenia Arozena Concepción.

A partir los 600 m hasta el límite inferior del Parque Natural de Las Nieves (450 m) disfrutaremos de las variaciones de un magnífico bosque de árboles muy altos, integrado por viñátigos y tiles de variadas edades, laurel y jóvenes barbusanos y palo blancos; llama la atención la ausencia de las especies pioneras, como el brezo, la faya y el acebiño, y la inexistencia de laureles jóvenes. El sotobosque es un tapiz de helechos (*Diplazium caudatum*) (Figura 23). Desde ahí, alcanzaremos el punto de llegada (340 m), en un recorrido con grandes paredes en las que sobresalen los bejeques (*Aeonium* sp.) y las cerrajas (*Sonchus* sp.) y algunos laureles y viñátigos en los rellanos.

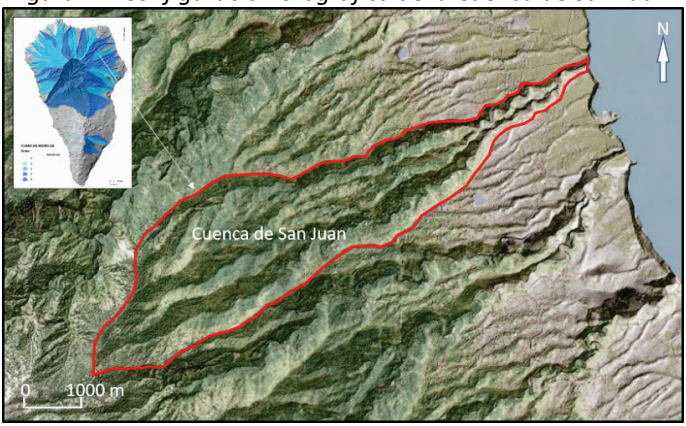
En el recorrido se reconoce el efecto de las actividades tradicionales en la laurisilva. Incluso en los lugares de aparente naturalidad, es un bosque más o menos joven con árboles añejos dispersos, canalizaciones de agua y posibles huertas muy antiguas. Por tanto, hoy por hoy, la geografía interna de la laurisilva está sobretodo ligada a los cambios históricos del uso del suelo (Arozena-Concepción *et al.* 2017; Arozena-Concepción *et al*. 2019), con una extraordinaria regeneración arbórea en los últimos 70-100 años.

2. PARADA EL TENDAL

2.1 Geomorfología del barranco de San Juan

El barranco de San Juan constituye uno de los dos cauces principales de una cuenca de orden 3, que tiene su área de recepción a cotas en torno a los 1600 m del área NO de la isla, por lo que no conecta con la línea de cumbres de la Caldera (Figura 24). En el Tendal se observan diferentes grados de incisión de la red. La más antigua queda colgada a modo de cuenca entre los dos cauces principales de San Juan y Alen, que poseen grados de encajamiento medios y que terminan por confluir a menos de 600 m de la costa. Estos cauces delimitan las planezes triangulares típicas del sector bajo del edificio Taburiente, donde la red alcanza los menores grados de incisión y los barrancos quedan colgados sobre los acantilados costeros. El barranco tiene forma cañón, de trazado sinuoso y con paredes verticales labradas sobre las coladas de Taburiente superior, y muestra un fondo plano de trazado sinuoso.

Figura 24. Configuración orográfica de la Cuenca de San Juan.



Fuente: GRAFCAN y Cabildo de La Palma.

2.2. El paisaje del plátano del noreste de la isla

San Andrés y Sauces ha sido uno de los enclaves históricos del regadío en La Palma por la presencia de los manantiales de Marcos y Cordero, canalizados desde la Conquista y responsables de los asentamientos que llevan su nombre. San Andrés, como residencia de los propietarios, y Sauces, como asentamiento de trabajadores y pequeños propietarios. El regadío dio prosperidad al municipio, que ha conservado el agua vinculada a la tierra mediante la comunidad de regantes, lo que posibilitó la extensión de la platanera a toda la costa. A partir de los años 60 del siglo pasado, comenzó su lento retroceso cuando el cultivo platanero, basado en la pequeña propiedad y el minifundismo, perdió rentabilidad. La construcción de galerías permitió ampliar los caudales y llevar el regadío y las plataneras a la costa de los municipios de secano de Puntallana y Barlovento (Figura 25).

Figura 25. Laderas de los barrancos con agricultura de plataneras.

Fotografía: Gobierno de Canarias.

2.3. Turismo sostenible: yacimiento arqueológico Cueva de El Tendal

La Cueva de El Tendal está en Parque Natural de Las Nieves y se localiza en el Barranco de San Juan a 150 msnm (Figura 26). El yacimiento arqueológico se ubica en la margen izquierda de un barranco labrado en los basaltos del Edificio Taburiente. La cueva principal mide 60x15 metros. La elección del sitio responde a unas condiciones inmejorables de habitabilidad en relación con las dimensiones, la luz, la exposición y la protección (Rodríguez y Navarro, 1999).

El yacimiento es especialmente significativo por la cultura material relacionada con los benahoaritas desde el Siglo I a.n.e. hasta el siglo IX-X: hábitat y vida cotidiana (ganadería y agricultura), tecnología (líticas, óseas, piel, madera) y mundo mágico-religioso (grabados, cazoletas, canalillos) (Navarro, 2007); pero también a su ocupación postconquista (Rodríguez y Navarro, 1999). Todo esto lo convierte en uno de los yacimientos arqueológicos más importantes de La Palma y junto con su patrimonio natural, ha sido seleccionado como lugar de interés geoturístico de la isla.

Figura 26. Panorámica del Yacimiento Arqueológico Cueva de El Tendal.

Fotografía: Javier Dóniz Páez.

2.4. La población de la vertiente norte de la isla

La vertiente septentrional de La Palma es la parte más antigua de la isla, y por ello, presenta elevados acantilados marinos y profundos barrancos, que dificultan el asentamiento de la población y de las actividades, y complican las comunicaciones. Pero es también la vertiente que recibe más precipitaciones y la que posee los mejores suelos para el desarrollo de la agricultura tradicional, y de la ganadería en su limitado espacio agrario, que corresponde sobre todo a las medianías. En este sector se encuentra Santa Cruz de La Palma, con su patrimonio arquitectónico y sus servicios, y en su entorno meridional se sitúan Breña Alta y Breña Baja que han creado un área de expansión urbana y de servicios de la ciudad. Al noreste se localiza la cabecera comarcal del norte insular, San Andrés y Sauces. En conjunto, el sector septentrional de la isla, desde Santa Cruz de La Palma hasta Tijarafe, alberga una población de unos 28.000 habitantes, que representan la tercera parte de la población insular.

Figura 27. Fajana de Franceses en la vertiente septentrional de La Palma.

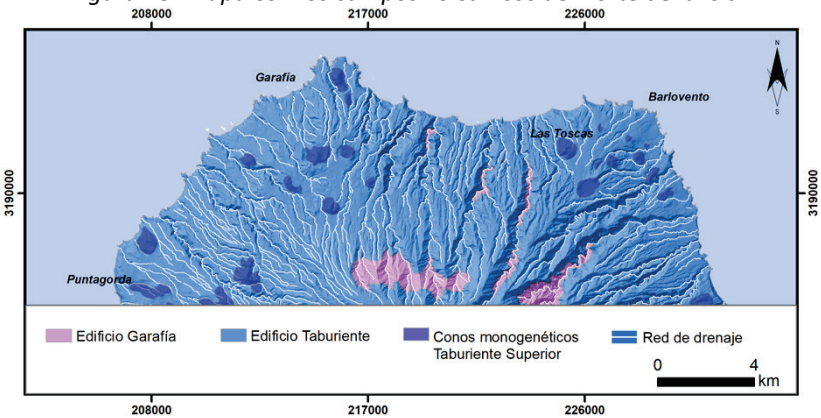
Fotografía: https://es.wikipedia.org/wiki/Franceses_%28Garaf%C3%ADa%29.

3. PARADA MIRADOR DE LA TOSCA

3.1. Los campos volcánicos pleistocenos del Edificio Taburiente

La regularidad de las rampas del edificio de Taburiente queda rota en cuatro sectores del norte insular por la presencia de pequeños conos basálticos monogenéticos en proximidad a la costa y por las coladas emitidas desde ellos, que generan la presencia de islas bajas de acantilados altos o muy altos (Figura 28).

Figura 28. Mapa con los campos volcánicos del norte de la isla.



Fuente: base cartográfica GRAFCAN. Elaboración: C. Guillén y C. Romero.

El edificio Taburiente muestra cuatro campos volcánicos en los sectores de Puntallana, Barlovento, Garafía y Punta Gorda. Sus coladas rompen el carácter circular de la planta del edificio y generan la aparición de puntas que contienen entre 8 y 10 conos. El nombre de Tosca hace referencia al material de fragmentos piroclásticos máficos consolidados, formados a partir de erupciones eminentemente estrombolianas. El Mirador de La Tosca se encuentra en el dorso de uno de los conos volcánicos, ya muy desmantelado, del campo volcánico de Barlovento. Desde el mismo se ve una imagen de la

vertiente norte constituida por una alternancia de interfluvios en rampa y barrancos de distinto grado de encajamiento.

3.2. Geomorfología costera del norte de La Palma

El litoral norte de La Palma se caracteriza por ser una costa rocosa en forma de arco abierto, de unos 15 km de perímetro, labrada en apilamientos basálticos de los edificios volcánicos Garafía y Taburiente (Figura 29). Este macroarco se subdivide en microarcos separados por salientes (puntas) donde existen: acantilados con alturas que alcanzan los 300 m, seccionados por barrancos profundos; interfluvios inclinados al mar; presencia de bajas e islotes; depósitos brechoides de deslizamientos gravitacionales; escasas calas con playas de cantos y, son muy raras, de arena negra, como la de la Fajana de Los Hombres.

Figura 29. Costa del norte de La Palma desde el mirador de la Tosca.

Fotografía: Leví García Romero.

3.3. Paisajes agrícolas en bancales y dragos

Debido a presencia de las formas de erosión en el edificio antiguo del norte de La Palma (barrancos entallados y megaacantilados), el trabajo de abancalamiento en los interfluvios muestra el arduo trabajo realizado por sus habitantes para su subsistencia (Figura 30).

Figura 30. Paisaje agrícola en bancales en interfluvios del norte de La Palma. Los Gallegos.

Fotografía: fotosaereasdecanarias.

El topónimo de este mirador deriva de la abundancia de ese tipo de piedra volcánica porosa de color oscuro, formada por la acumulación de piroclastos, con las que se construyen los muros de piedra seca de las casas y bancales de la zona (Figura 30). El caserío, del mismo nombre, se encuentra en medio de bancales de cultivo y rodeado de agrupaciones de dragos (*Dracaena draco*). Su cultivo aportaba hojas usadas como forraje invernal del ganado, para hacer cuerdas para

amarrar las vides y con sus troncos y ramas ahuecadas, se hacían corchos de colmenas, huroneras y para trampas de morenas.

3.4. Colonización vegetal tras el abandono

El cese de la actividad agraria ha facilitado la colonización vegetal del fayal-brezal (*Myrico fayae-Ericetum arboreae*) que, en esta zona, desciende hasta prácticamente los 500 m de altitud, llegando a cotas incluso más bajas en algunos barranquillos sombríos (Figura 31). La localización de la zona a barlovento, directamente expuesta a la humedad aportada por los vientos alisios y por las borrascas atlánticas, explica el vigor que puede alcanzar aquí el monteverde.

Figura 31. Fayal-brezal colonizando campos abandonados.

Fotografía: Emma Pérez-Chacón Espino.

4. PARADA ROQUE DE LOS MUCHACHOS

4.1. Formaciones geológicas desde el Roque Los Muchachos

Desde el espigón del Roque Los Muchachos se distingue la dirección estructural N-S de la isla, con cuatro formaciones geológicas (Figura 32). Así, en el fondo del barranco de Las Angustias afloran materiales plutónicos, volcánicos submarinos y brechas sedimentarias (Complejo Basal, con edades: 4 - 2,48 Ma). Apilamientos de coladas y piroclastos máficos del volcán Taburiente (1,08 - 0,41 Ma) se aprecian en primer plano. En el centro aparecen los restos del volcán Bejenado (0,56 - 0,49 Ma), con materiales volcánicos máficos y félsicos. Al fondo, se vislumbra la cordillera de Cumbre Vieja, constituida por coladas y piroclastos máficos y, algunos domos y coladas félsicas (<0,13 Ma).

Figura 32. Cuatro formaciones geológicas pliocuaternarias.

Fotografía: José Mangas Viñuela.

4.2. La Caldera de Taburiente. Una ventana al interior de la isla

La Caldera de Taburiente es una depresión de 2.000 m de desnivel y casi 8 km de diámetro, formada por un gran deslizamiento remodelado por los procesos de erosión. La Caldera corresponde a la mayor cuenca hidrográfica de la isla, llegando a alcanzar un orden 5. Su interior se caracteriza por la importancia que adquiere la erosión diferencial guiada por las formaciones geológicas y los múltiples planos de discontinuidad, asociados a los variados tipos de materiales volcánicos (aa y pahoehoe, capas de piroclastos) y a una profusa red de diques. Sobre el Complejo Basal se ha labrado una red de tipo dendrítico; sobre los apilamientos de lavas, piroclastos y diques se han creado paredes verticales de hasta 1000 m, donde son habituales los deslizamientos y desprendimientos. En el fondo de la depresión se ven antiguos depósitos de relleno de tipo volcánico y sedimentario, que se asocian a morfologías invertidas como roques o mesas. En el dorso de la caldera, la altitud favorece la presencia de formas periglaciares.

Figura 33. Escarpe polilobulado de La Caldera de Taburiente.

Fotografía: Carmen Romero Ruiz.

4.3. La recuperación de flora de cumbres del norte de La Palma

En los últimos 30 años se ha desarrollado en las cumbres de La Palma el programa más exitoso de recuperación de flora amenazada

de toda España. *Bencomia exstipulata; Echium gentianoides; Echium perezii*, *Genista benehoavensis* y *Viola palmensis* han pasado de tener menos de 100 adultos a tener varios miles. El problema de su regresión ha sido los herbívoros exóticos (cabras conejos, arruís) que eligen la dieta. Ahora se trata de recuperar la mayor diversidad del sistema.

Figura 34. Bencomia exstipulata y Echium gentianoides (fondo) P. Nieve 2022.

Fotografía: Ángel Palomares.

4.4. La ley del Cielo de La Palma y el Observatorio del Roque de Los Muchachos

La Ley del Cielo de La Palma (Ley 31/1988, de 31 de octubre), trata sobre la protección y preservación de la calidad astronómica del entorno de los observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), debido a la excepcional peculiaridad del cielo.

Comprende cuatro aspectos fundamentales:

1. *La contaminación lumínica,* motivo por el que desde el año 1992 en la isla de La Palma se han realizado adaptaciones de las instalaciones en el entorno del Roque de Los Muchachos con el fin de reducir la contaminación lumínica en un 50% y un ahorro considerable de consumo eléctrico.

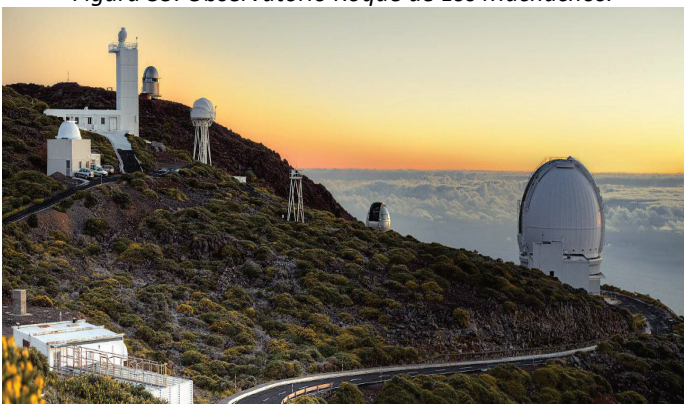
2. *La contaminación radioeléctrica,* implantando niveles de radiación electromagnética para que no interfieran los diversos equipos y medidas de los observatorios.

3. *La contaminación atmosférica*, controlando las actividades que puedan degradar la atmósfera en el entorno de los observatorios

4. *Las rutas aéreas*, con el fin de regular el tráfico aéreo sobre los observatorios evitando interferencias.

Inaugurado en el año 1985, el Observatorio del Roque de los Muchachos, cuenta en estos momentos, con el mayor telescopio óptico e infrarrojo del mundo, así como una veintena de telescopios e instrumentos astronómicos para realizar diversos tipos de estudios que van desde las observaciones nocturnas, física solar, astrofísica de altas energías y robótica. Todo ello ha propiciado grandes avances para el conocimiento del Universo, como ha sido el descubrimiento de la galaxia más profunda y más lejana o la confirmación de la existencia de los agujeros negros.

Figura 35. Observatorio Roque de Los Muchachos.



Fotografía: Instituto Astrofísico de Canarias.

ACTIVIDADES DIDACTICAS DEL ITINERIARIO 1

1. ACTIVIDADES PREVIAS A LA SALIDA DE CAMPO

a) ¿Qué sabes de la laurisilva palmera?

b) ¿El bosque ha sido utilizado por los seres humanos?

c) ¿El relieve de La Palma ha podido condicionar la localización y el tipo de uso tradicional agrícola, ganadero y forestal en la isla?

d) Localiza la zona que vamos a recorrer en el visor de GRAFCAN (https://visor.grafcan.es/visor3D)

2. ACTIVIDADES DURANTE LA SALIDA DE CAMPO

a) Durante el recorrido por el Cubo de la Galga identifica diferentes adaptaciones de la vegetación a las condiciones climáticas. Por ejemplo, el tamaño de las hojas de especies de laurisilva cuando se localizan en zonas sombrías.

b) ¿Se observan huellas de actividad humana desde el camino? Por ejemplo, casas, bancales, etc.

c) Describe la geoforma en la que se localiza el bosque que estás visitando. ¿Por qué se encuentra ahí la laurisilva?

d) En el Roque de los Muchachos: ¿cómo ha cambiado la vegetación con respecto a lo observado en el Cubo de la Galga? ¿Por qué?

e) Describe brevemente los materiales y geoformas que se observan en la cabecera de la Caldera de Taburiente.

f) ¿Puedes relacionar tipos de unidades de paisaje visitadas con usos tradicionales preferentes?

3. ACTIVIDADES TRAS LA VISITA

a) Busca información sobre las actividades humanas que se realizaban en los bosques de laurisilva palmeros.

b) La superficie forestal: ¿ha variado en las últimas décadas? Realiza la actividad "Análisis comparado de imágenes áreas históricas para analizar la evolución de la superficie forestal: Breña Alta (La Palma)", que encontrarás en el apartado 4.

c) ¿Cómo es posible que una parte de estos bosques de laurisilva se conserven en la actualidad, cuando en otras islas han desaparecido?

d) ¿Qué podemos hacer entre todos para mejorar este patrimonio?

4. EJEMPLO DE UNA ACTIVIDAD DIDÁCTICA. ANÁLISIS COMPARADO DE IMÁGENES ÁREAS HISTÓRICAS PARA ANALIZAR LA EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE FORESTAL: BREÑA ALTA (LA PALMA)

4.1. Objetivo

Estudio de los cambios de la superficie arbolada durante las últimas décadas (1964-2019).

4.2. Método

Comparación espacial de las variaciones de los usos del suelo con el tiempo.

4.3. Fuente

Serie histórica de ortofotos. La Palma. (Idecanarias https://visor.grafcan.es/visorweb, en carpeta de mapas históricos, ortofotos)

4.4. Procedimiento

Dibuja "a mano alzada" unidades espaciales en las imágenes a partir de áreas homogéneas con propiedades similares (Figura 36), con las siguientes finalidades:

a) Delimita con un color (por ejemplo, amarillo) unidades espaciales en las áreas cultivadas de ambas fotografías (Figuras 36 1.A y 1.B).

b) Delimita unidades espaciales con un color (por ejemplo, verde brillante) en las áreas arboladas de ambas imágenes (Figuras 36 1.A y 1.B).

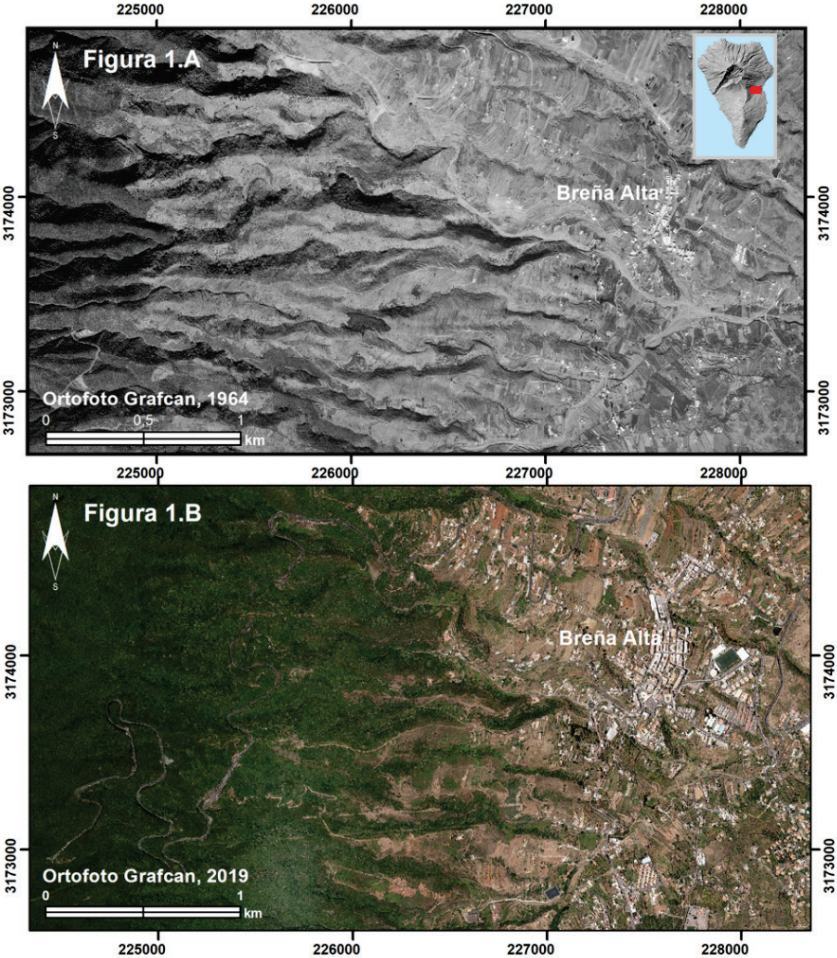
c) Delimita unidades espaciales con un color (por ejemplo, rojo) en las áreas urbanizadas de las dos fotografías (Figuras 36 1.A y 1.B).

4.5. Resultados

a) Determina tendencias temporales en los cambios de la ocupación del suelo (agrícola, forestal y urbano).

b) Valora el estado actual de la masa forestal.

Figura 36. Ortofotos en los alrededores de la población de Breña Alta. 1A) del año 1964. 1.B) del año 2019.

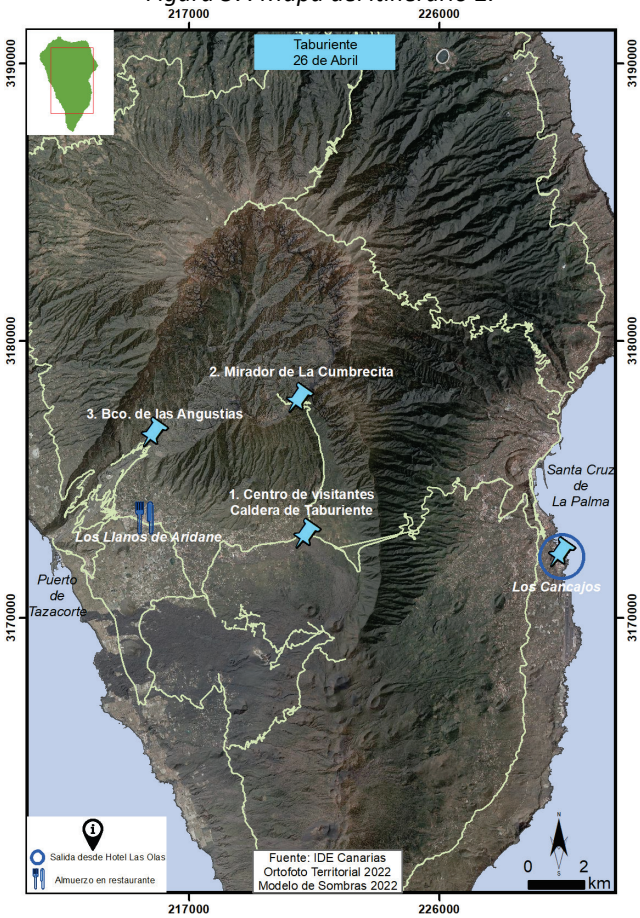


Fuente: GRAFCAN (Idecanarias: https://visor.grafcan.es/visorweb).

ITINERARIO 2. CALDERA DE TABURIENTE

J. Mangas (coordinador), E. Beltrán-Yanes, J.L. García Rodríguez, J.H. Lorenzo Pérez, A. Palomares, L.E. Romero y C. Romero

Figura 37. Mapa del itinerario 2.



Fuente: base cartográfica IDE de Canarias (GRAFCAN). Elaboración: Leví García Romero.

INTRODUCCIÓN

El segundo día se centra en la Caldera de Taburiente y el parque nacional del mismo nombre, zona centro-oeste de la isla (Figura 37). No obstante, comienza la jornada tomando la carretera LP-3, en guagua, para subir por la ladera este de la isla, desde la zona costera turística de Los Cancajos hasta el túnel de Cumbre Nueva, en el término municipal de Breña Alta. Predomina un paisaje de monteverde (fayal-brezal) y castañeros, y una ocupación humana dispersa.

A continuación, descendemos por la ladera oeste y paramos en el Centro de Interpretación del parque nacional de la Caldera de Taburiente (punto 1, Figura 37), en el término municipal de El Paso, donde se explican las características generales de este espacio protegido. Posteriormente, nos dirigimos al mirador de La Cumbrecita, y realizamos un camino de ida y vuelta, hasta el mirador de Las Chozas (punto 2, Figura 37). Aquí, se explican las características del sustrato rocoso, geomorfología, biogeografía, hidrología y climatología de este espacio, junto con las peculiaridades del pinar canario, el impacto de los incendios y las estrategias de la restauración de la vegetación. Analizamos también el barranco del Riachuelo, capturado durante la formación de la caldera, con morfología en U y depósitos lagunares.

Después de la comida, bajamos al fondo del barranco de Las Angustias (punto 3, Figura 37, aparcamiento de La Viña, TM Los Llanos de Aridane), donde vemos la ocupación humana del valle de Aridane y la gestión del agua. Por último, observamos las características geológicas y geomorfológicas de barranco, donde hay lavas almohadilladas, brechas de almohadas e hialoclastitas pliocuaternarias, pertenecientes a la formación volcánica submarina que está intruida por numerosos diques máficos. A su vez, se ven depósitos y geoformas asociadas a las dinámicas fluvial y gravitacional de las laderas, desde el pleistoceno medio a la actualidad.

LA CAPITAL INSULAR Y EL ENTORNO DE LAS BREÑAS

Santa Cruz de La Palma, la capital de la isla, sede del Cabildo Insular y de numerosas funciones administrativas y comerciales, es una de las pequeñas ciudades históricas de Canarias. Fue fundada en 1493 por Alonso Fernández de Lugo con el nombre de Villa de Apurón en la desembocadura del Barranco del Río por su caudal y por las condiciones de abrigo de su bahía, aunque este emplazamiento fue problemático, pues la ciudad fue asediada y destruida en 1553 por el pirata François Le Clerc. Además, Santa Cruz de La Palma eligió el primer ayuntamiento democrático de España, en 1773, tras un pleito contra los regidores perpetuos de la isla. Posteriormente, las crisis económicas que ha sufrido la ciudad, así como las limitaciones de espacio para expandirse, han provocado su estancamiento, pues en 1900 la entidad contaba con unos 11.000 habitantes y en 2022 su población apenas alcanza los 15.000. Por ello los municipios cercanos de Breña Alta y Breña Baja se ha convertido en áreas de servicios y entidades dormitorio de la capital.

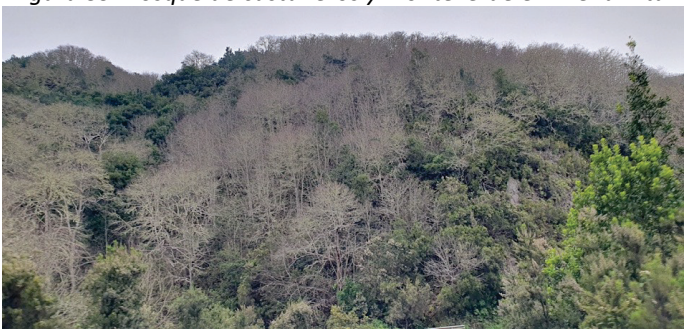
Figura 38. Santa Cruz de La Palma, la capital política y administrativa de la isla tiene dificultas físicas para crecer en su emplazamiento.

Fotografía: Reserva de la Biosfera de La Palma.

LOS CASTAÑEROS: UN SORPRENDENTE BOSQUE CADUCIFOLIO EN EL ESCALONAMIENTO FORESTAL SIEMPREVERDE CANARIO

Durante el otoño e invierno en las laderas orientales de Cumbre Nueva cubiertas por monteverde, se descubre una llamativa franja de bosque caducifolio en el paisaje forestal. Los castaños o castañeros (*Castanea sativa*) fueron introducidos por los conquistadores en la isla durante el siglo XVI, y plantados en las medianías más húmedas situadas aproximadamente entre 800-1.100 msnm. Estos árboles responden a un antiguo y valioso aprovechamiento forestal, pero estas plantaciones se han ido abandonando desde hace algunas décadas. En la actualidad, se ha detectado un avance en la extensión de muchos castaños asilvestrados, que está dando lugar a conflictos territoriales con la recuperación espontánea y coetánea del monteverde canario de su espacio original (Figura 39).

Figura 39. Bosque de castañeros y monteverde en Breña Alta.



Fotografía: Esther Beltrán Yanes.

1. PARADA CENTRO DE VISITANTES DEL PARQUE NACIONAL DE LA CALDERA DE TABURIENTE

Ocupa la cabecera del barranco de las Angustias, desde los 440 a los 2.428 m del Roque de Los Muchachos y el sur del pico Bejenado (Figura 40). Abrupto paisaje volcánico, con un circo de cumbres de casi 8 km de diámetro, con importantes procesos erosivos. Alberga formaciones vegetales de: pinar canario; matorral de cumbres; saucedas, ambientes rupícolas y cavidades volcánicas. Casi todas estas formaciones de flora se han simplificado por el pastoreo milenario, más los conejos y arruís. La fauna, diversa y exclusiva, es invertebrada. Además, se han descrito multitud de petroglifos prehispánicos.

Figura 40. Panorámica parque nacional de La Caldera de Taburiente.

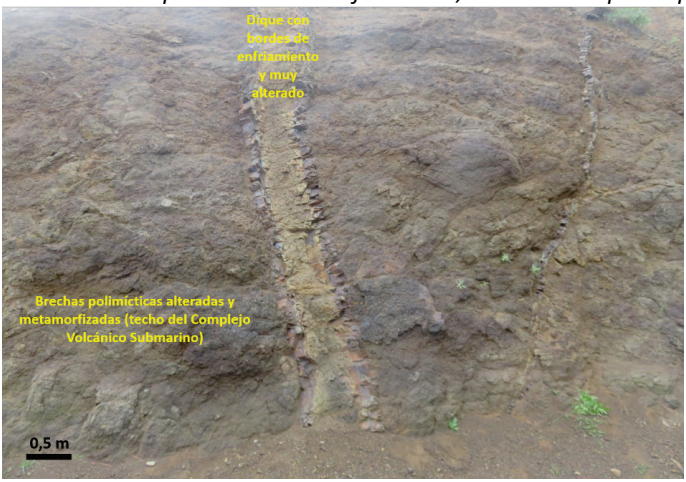
Fotografía: Ángel Palomares.

2. PARADA MIRADOR DE LA CUMBRECITA

2.1. Geología del camino entre la Cumbrecita y Las Chozas

En los miradores de La Cumbrecita y Las Chozas se observan las paredes noroeste y sureste con afloramientos rocosos de la caldera de Taburiente. En la noroeste aparecen las rocas plutónicas del complejo volcánico submarino en la base, brechas polimícticas en medio y a techo apilamientos del volcán subaéreo de Taburiente. En la sureste, están los restos de los volcanes de Taburiente y Bejenado. En el camino se ven los depósitos de brechas polimícticas muy alteradas y metamorfizadas, e intruidas por diques de composiciones variadas asociados a los edificios volcánicos pleistocenos del norte (Figura 41).

Figura 41. Brechas polimícticas transformadas, atravesadas por diques.



Fotografía: José Mangas Viñuela.

2.2. Geomorfología en el mirador de la Cumbrecita

El borde superior de la Caldera de Taburiente desciende progresivamente desde el Roque de Los Muchachos (2409 m) hasta la costa. Sólo en el sector de La Cumbrecita la altitud de la línea de cumbres baja de modo brusco hasta los 1315 m, formado un collado que abre la Caldera hacia el Sur a través del Barranco del Riachuelo. En el recorrido entre La Cumbrecita y el mirador del Lomo de Las Chozas, la pista permite la observación de la pared norte del edificio Bejenado, constituida esencialmente por aglomerados y brechas muy deleznables e intensamente intruidas por diques del Complejo Basal sobre los que se apoyan discordantemente, materiales sedimentarios y volcánicos de los edificios de Taburiente y Bejenado (Figura 42). En este sector los procesos erosivos son intensos y han provocado procesos de inversión del relieve.

Figura 42. Pista de acceso al Mirador del Lomo de Las Chozas.

Fotografía: Carmen Romero Ruiz.

2.3. La red hídrica en la caldera de Taburiente

La Caldera de Taburiente es una enorme depresión erosiva con una cabecera en forma de circo, de 8 km de diámetro conformada por picos de más de 2 km de altitud (el Roque de los Muchachos a 2.426 m) (Figura 43). Desde la línea de cumbres, el relieve salva desniveles de más de 800 m. En el interior de la caldera los numerosos barrancos siguen un dibujo dendrítico, se van uniendo hasta confluir en los dos principales que son Taburiente y Almendro Amargo, cuya unión en Dos Aguas dará lugar al barranco de las Angustias.

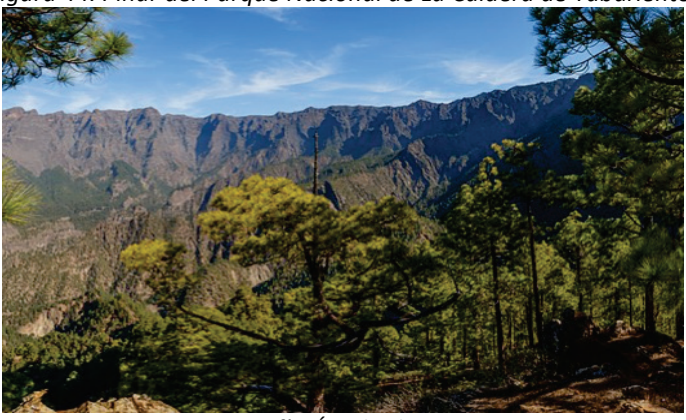
Figura 43. Encajamiento de barrancos en la ladera norte de la caldera de Taburiente.

Fotografía: *©viajaporlibro.com.*

2.4. El pinar de la caldera de Taburiente

Los rasgos más llamativos del pinar de la caldera de Taburiente se deben a su localización en una gigantesca depresión topográfica de 8 km de diámetro, con una diferencia altitudinal de 2.000 m, abierta hacia el oeste y recorrida por numerosos barrancos (Figura 44). El pinar *(Pinus canariensis*) presenta un sotobosque pobre; entre las plantas más características está el amagante (*Cistus symphytifolius* var. *symphytifolius*), el tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* spp*. proliferus*) y el corazoncillo (*Lotus campylocladus* ssp*. hillebrandii*). En la visita a Taburiente se conocerán las principales características del pinar, en las que los rasgos bioclimáticos tienen un efecto destacado (Garzón-Machado, *et al*., 2015), pero además la geografía de este bosque está condicionada por un escenario geomorfológico dinámico, centrado principalmente en la evolución de los procesos de erosión y acumulación.

Figura 44. Pinar del Parque Nacional de La Caldera de Taburiente.



Fotografía: Ángel Palomares.

2.5. Bosquete primigenio de pinar canario

En el año 2011 se accedió al andén de Los Calzones Rotos, pequeño rellano de 2.500 m^2, situado a 1650 m al NE de La Cumbrecita, en mitad de un acantilado de 500 m. Es un pinar canario abierto con sotobosque de unas 40 especies, mezcladas de forma intima, sin dominantes (Figura 45). Es un lugar prístino, sin apenas alteraciones humanas. De poner el foco solo en especies amenazadas, se ha pasado a la recuperación de la diversidad del sotobosque, ya sea de forma natural cerca de fuentes de semillas o repoblaciones en ambientes protegidos.

Figura 45. Detalle sotobosque en el pinar, andén de Los Calzones Rotos.

Fotografía: Ángel Palomares.

2.6. Restauración de la vegetación e incendios

Este parque nacional representa entre otros valores naturales al ecosistema de pinar de pino canario (*Pinus canariensis*), que ha evolucionado con el fuego y los volcanes como elementos presentes en el ecosistema (Figura 46).

La llegada del ser humano y los herbívoros a las islas generó una presión sobre el territorio que ha provocado una importante pérdida de biodiversidad en las especies acompañantes al pinar. En La Caldera de Taburiente se realizan varias acciones encaminadas a recuperar este ecosistema.

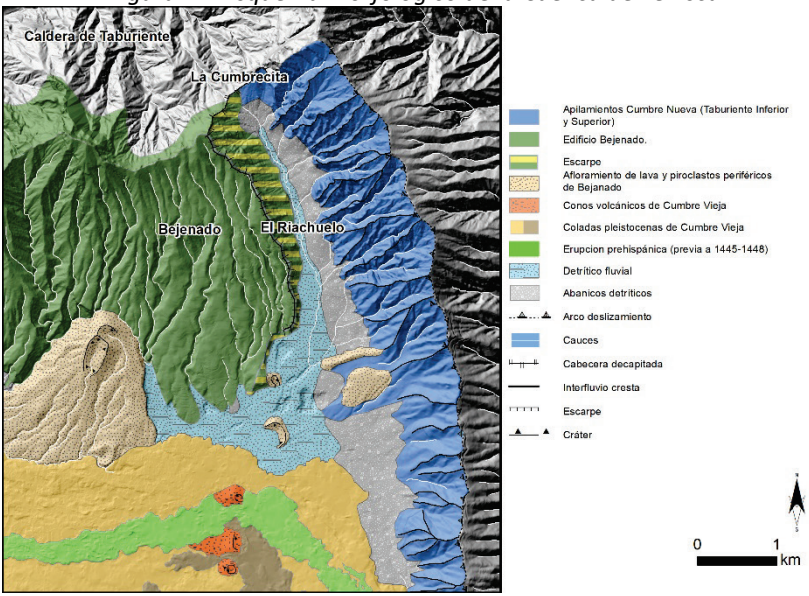
Figura 46. El ecosistema del pino canario se ha adaptado al fuego.

Fotografía: José Heriberto Lorenzo Pérez.

2.7. Cuenca de Tenisca. Barranco del Riachuelo

El valle de El Riachuelo, en la cuenca de Tenisca, conforma una de las cuencas hidrográficas más peculiares del sector septentrional de la isla, ya que se encuentra decapitado y carece de desembocadura directa al mar. El valle, reducido a sus tramos medios y bajos, está totalmente obliterado por materiales detríticos arrastrados por la red de tributarios y la formación de un “fan delta”, datado entre los 8.578 años y los 938 BP. Estos sedimentos quedan atrapados por el cierre del tramo inferior, debido a la presencia de conos volcánicos y coladas del volcanismo pleistoceno de Bejenado y Cumbre Vieja, formando la mayor área endorreica de la isla de La Palma (Figura 47).

Figura 47. Esquema morfológico de la Cuenca de Tenisca.



Fuente: base cartográfica GRAFCAN. Elaboración: C. Guillén y C. Romero.

2.8. Ejemplo de barranco decapitado y valle en “U”

El Mirador de La Cumbrecita se encuentra en los bordes de la Caldera de Taburiente y cabecera del Valle del Riachuelo (Figura 48), un barranco singular en el relieve insular con grandes escarpes a ambos lados que conforman este valle en “U”, en una isla en la que en su parte antigua predominan los barrancos profundos en “V”.

La cabecera de este valle fue decapitada cuando el barranco de Las Angustias pasó a ser la vía principal de evacuación de aguas de La Caldera, la mayor cuenca hidrográfica de la isla.

Figura 48. Valle de El Riachuelo y La Cumbrecita.

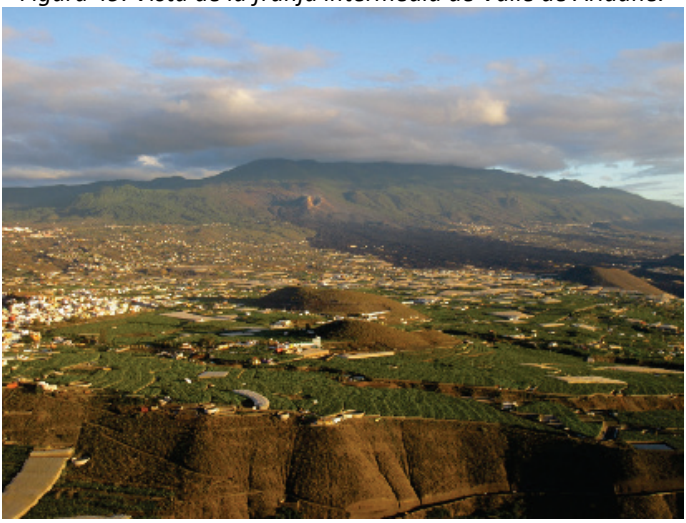
Fotografía: José Heriberto Lorenzo Pérez.

2.9. Paisaje humano de la franja media del Valle de Aridane

La génesis del Valle de Aridane ha dado lugar a tres ámbitos de represamiento de coladas y sedimentos, relativamente llanos, desde la costa hasta la cumbre, orientados de norte a sur, tras dos alineaciones de conos volcánicos que los separan (Figura 49). Entre estos destacan los del Monumento Natural de los Volcanes de Aridane. Estas pequeñas llanadas son las de Tazacorte-La Costa, en la franja baja de la comarca, situada sobre el acantilado marino, que se eleva en dirección meridional, según se estrecha la isla y aparecen junto al mar una sucesión de deltas lávicos, cultivados de plátanos; la del casco de Los Llanos-La Laguna, ubicada a partir de los 300 m, que es la más urbanizada, pues la crisis de la agricultura de secano la ha convertido en un área residencial, inicialmente al margen del planeamiento; y la del Llano de Las Cuevas de El Paso, emplazada sobre los 800 m y cubierta de excelentes suelos hasta los que llega la humedad de los

alisios que rebasan la Cumbre Nueva. Hacia el sur este escalonamiento del relieve desaparece y el tejado de la línea de cumbre cae directamente sobre el mar.

Figura 49. Vista de la franja intermedia de Valle de Aridane.



Fotografía: José León García Rodríguez.

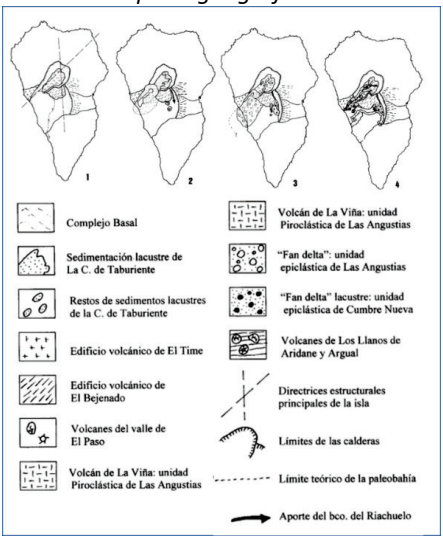
3. PARADA EL BARRANCO DE LAS ANGUSTIAS

3.1. El barranco de Las Angustias y los depósitos conglomeráticos de El Time

El Barranco de Las Angustias y los depósitos de El Time forman parte del tramo bajo y desembocadura de la cuenca de drenaje de la Caldera (Figura 50). Los depósitos están formados por paraconglomerados, litoarenitas, limos y arcillas con facies fluviales tipo, “debris y shet flood” y canales fluviales. Entre ellos destaca un yacimiento del Pleistoceno superior con fósiles de tallos y hojas juncáceas, y de *Salix* sp. y *Morella* sp. Todos estos sedimentos relatan

una fase de cierre de la caldera, tras la construcción de Bejenado y el volcán de la Viña (0,4 a 0,2, Ma) con sedimentación tranquila en ambiente lacustre y la formación de un gran delta detrítico, de unos 300 m de potencia, entre 40.000 y 36.905 años BP, alcanzando la desembocadura del barranco Las Angustias.

Figura 50. Modelo paleogeográfico de < 40.000 años.



Fuente: Vegas *et al*. (1999).

3.2. Edificio submarino de La Palma (bco. Las Angustias)

La erosión de la Caldera de Taburiente desde 0,55 Ma, ha permitido observar parte del edificio submarino insular en el fondo del barranco de Las Angustias (Figura 51). La secuencia volcánica submarina pliocuaternaria tiene unos 1.800 m de potencia y esta inclinada. Esta comienza con niveles de lavas almohadilladas, brechas e hialoclastitas basálticas (2,48 Ma), típicas de erupciones volcánicas explosivas someras (< 700 m), le siguen lavas almohadilladas traquibasálticas (3,1 Ma) de zonas más profundos (>700 m), y están intruídas por diques.

Figura 51. Coladas almohadilladas en el barranco de Las Angustias.

Fotografía: José Mangas Viñuela.

3.3. Producción y gestión del agua

La Palma ha sido la segunda isla del archipiélago, después de Gran Canaria, por sus recursos hídricos hasta principios del siglo XX, cuando ascendían a 26 hm^3, la mitad de los de la isla redonda, debido a la importancia de los manantiales de la Caldera, de Marcos y Cordero y del Barrando del Río (Figura 52). Este hecho dio lugar a tres áreas históricas de regadío: el Valle de Aridane, San Andrés y Sauces y Santa Cruz de La Palma. Sin embargo, la superficie irrigada era pequeña, de unas 500 hectáreas, y además permaneció casi estancada durante decenios. Pero a partir de los años cincuenta se inició la construcción de pequeños embalses para almacenar los sobrantes del invierno y se intensificó la búsqueda de agua subterránea mediante la excavación de pozos y galerías. Esto supuso la multiplicación de los caudales disponibles, hasta superar los 80 hm^3 en los años setenta, y propiciar la expansión de la platanera, hasta convertirse en el impulsor del

desarrollo socioeconómico de la isla, merced a los ahorros de los inmigrantes y las ayudas del Estado. Las principales figuras jurídicas de la gestión del agua han sido el heredamiento, la comunidad de regantes y la comunidad de aguas, en función de la propiedad pública o privada de esta.

Figura 52. Manantiales de la Caldera de Taburiente.

Fotografía: Periódico El Time, La Palma.

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS DEL ITINERIARIO 2

1. ACTIVIDADES PREVIAS A LA SALIDA DE CAMPO

a) ¿Cómo crees que se ha podido formar la Caldera de Taburiente?

b) ¿Qué es una cuenca hidrográfica? Realiza la actividad que te proponemos al final de este cuestionario.

c) ¿Por qué se localiza ahí una buena representación de pinar canario?

d) Localiza en el visor de GRAFCAN (https://visor.grafcan.es/visor3D/) la zona que vamos a recorrer.

2. ACTIVIDADES DURANTE LA SALIDA DE CAMPO

a) Toma fotografías o dibuja elementos de geodiversidad del parque nacional (materiales y geoformas), identifícalos y busca su denominación. Con la ayuda del mapa geológico averigua cuáles son los materiales más antiguos y los más recientes.

b) Igualmente, fotografía especies vegetales que observes en el pinar del parque nacional de la Caldera de Taburiente. Con la ayuda del profesorado, identifica cómo se denominan y elabora una pequeña guía.

c) En el espacio protegido del parque nacional de la Caldera de Taburiente se realizan diversas actividades humanas. En tu visita observa qué usos permitidos se llevan a cabo actualmente dentro de

este entorno. ¿Existen usos anteriores a la declaración de esta zona como parque nacional?

3. ACTIVIDADES TRAS LA VISITA

a) Busca noticias de incendios ocurridos en la Caldera de Taburiente en el siglo XXI. Elabora un informe con cada incendio, y señala los datos principales que encuentres: lugar en el que se produjeron, cual fue la superficie afectada, la duración del incendio, y los daños materiales, personales o biológicos, entre otras informaciones.

b) ¿Qué podemos hacer para evitar los incendios forestales?

c) Tras la visita realizada: ¿qué valor le darías al patrimonio de la Caldera de Taburiente?

4. EJEMPLO DE UNA ACTIVIDAD DIDÁCTICA. LA RED DE BARRANCOS DE LA CALDERA DE TABURIENTE Y DE SU ENTORNO

4.1. Objetivo

Conocer y analizar la red hídrica de la Caldera de Taburiente y de su entorno.

4.2. Método

Observar diferencias en la forma, tamaño y distribución de las redes de barrancos de la Figura 53.

4.3. Fuente

Mapa geomorfológico de la Caldera de Taburiente (Figura 53)

4.4. Procedimiento

a) Dibuja y describe los barrancos principales y secundarios que se localizan dentro de la Caldera de Taburiente, y también los de su entorno. ¿En qué se diferencian?

b) Observa las diferentes formaciones geológicas que aparecen en la Figura 53 ¿Encuentras alguna relación entre ellas y la red de barrancos?

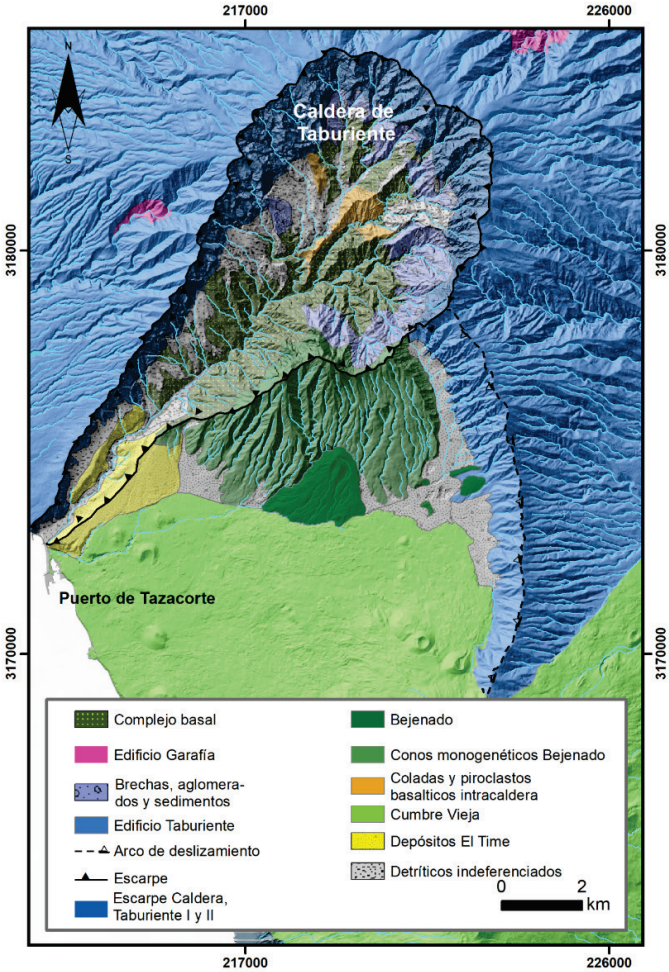
c) Los barrancos presentan tres sectores geomorfológicos principales: cuenca de recepción, canal de desagüe y cono de deyección. Dibuja esos sectores en la Caldera de Taburiente. ¿Por qué es tan estrecha la desembocadura del barranco de las Angustias?

4.5. Resultados

a) Entender la génesis de una cuenca hidrográfica y su relación con las distintas formaciones geológicas de la isla.

b) Comprender que se trata de un sistema dinámico que evoluciona a lo largo del tiempo.

Figura 53. Cuencas hidrográficas de la Caldera de Taburiente y de su entorno. Los colores indican las principales formaciones geológicas.

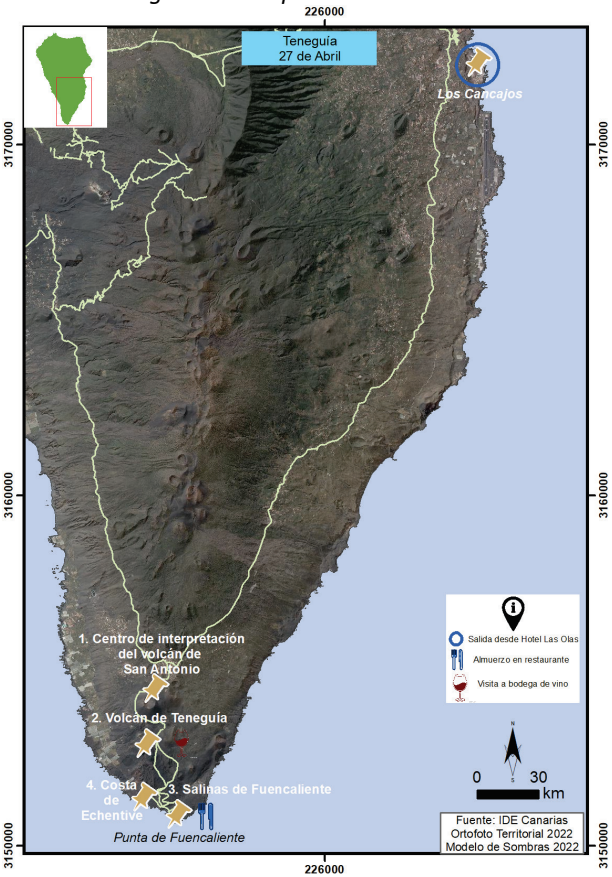


Elaboración: Carmen Romero Ruiz.

ITINERARIO 3. VOLCANES DE SAN ANTONIO Y TENEGUÍA

J. Dóniz-Páez (coordinador), E. Beltrán-Yanes, C. Guillén, N. Marrero-Rodríguez, E. Martínez de Pisón, G. Pestana Pérez, M.P. Rodríguez, C. Romero y L.E. Romero

Figura 54. Mapa del itinerario 3.



Fuente: base cartográfica IDE de Canarias (GRAFCAN). Elaboración: Leví García Romero.

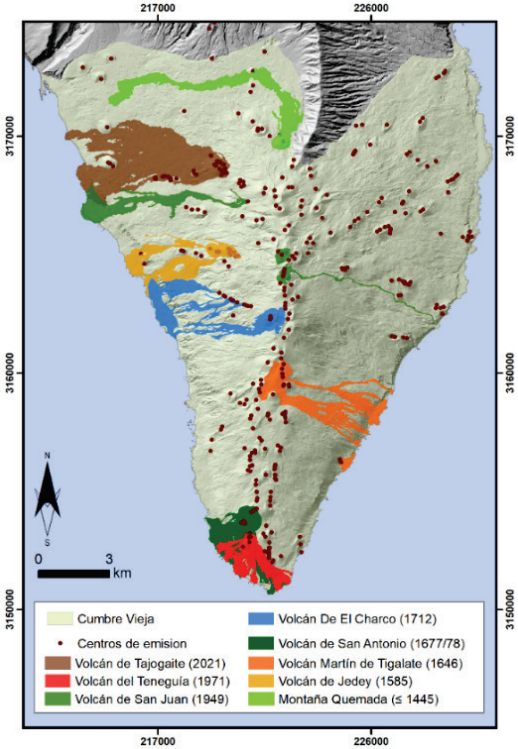
1. PARADA CENTRO DE INTERPRETACIÓN DEL VOLCÁN DE SAN ANTONIO

1.1. Volcanismo reciente de Cumbre Vieja y volcán de San Antonio

Hace aproximadamente unos 125 ka, tras el cese de la actividad en el norte, el volcanismo se desplazó hacia el sur dando lugar al rift volcánico de Cumbre Vieja (Figura 55). Este rift se caracteriza morfológicamente por presentar una línea de cumbres donde se localizan la mayor parte de las erupciones monogenéticas siguiendo una directriz N-S y unas vertientes donde predominan los flujos lávicos procedentes de los centros de emisión cimeros. Sólo en los sectores de Santa Cruz de La Palma y Los Llanos de Aridane, los volcanes se emplazan también en las laderas de la dorsal a través de pautas estructurales de direcciones NE-SO y NO-SE, respectivamente.

Cumbre Vieja es el área de desarrollo de todas las erupciones históricas, que son aquellas producidas a partir de 1402, momento de inicio de la conquista de las islas, y de las cuales se posee algún tipo de referencia documental. Todas ellas corresponden a un volcanismo máfico, emplazado en la proximidad de afloramientos fonolíticos, de mecanismos e índices de explosividad de bajos a moderados y de carácter fisural, es decir con edificios con varios focos eruptivos. Los conos se construyen a partir de fracturas que tienen longitudes entre los 500 m y los más de 6 km. Se trata de erupciones de dinámica variada a lo largo del período activo y a lo largo de la fractura (con mecanismos esencialmente, hawaianos, estrombolianos y freatomagmáticos). Presentan una actividad esencialmente efusiva, lo que da lugar al derrame de coladas que, en la mayoría de las ocasiones, llegan a la costa y generan plataformas lávicas costeras.

Figura 55. Volcanismo histórico de la Isla de La Palma.



Elaboración: Carmen Romero Ruiz.

1.2. El paisaje vegetal de los volcanes históricos de San Antonio y Teneguía

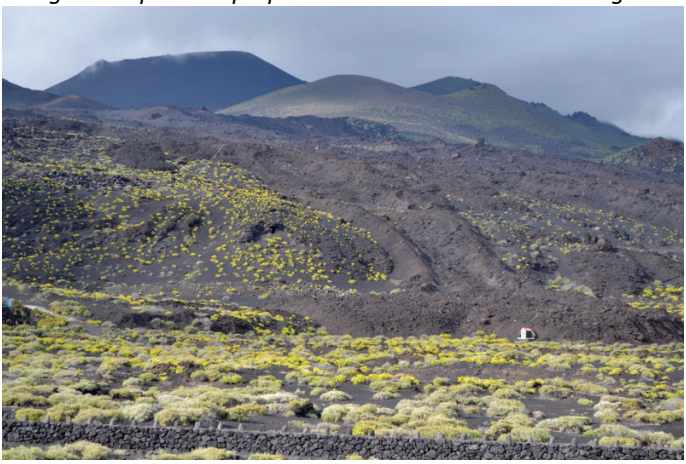
El conjunto volcánico de San Antonio (1677) y del Teneguía (1971) se sitúa en el sur de la Dorsal de Cumbre Vieja. El primer volcán alcanza la altitud de 656 msnm y el punto más alto de las bocas eruptivas del segundo se sitúa a 429 msnm. Estos centros eruptivos se insertan en un ambiente semiárido dominante y derramaron coladas de lava que descendieron por las pronunciadas pendientes de este sector alcanzando la costa. Desde el punto de vista de la vegetación, el

recorrido por estos volcanes permitirá visitar un pinar abierto (*Pinus canariensis*) localizado en el cono de piroclastos de San Antonio, que convive con un matorral en el que son frecuentes el arrebol (*Echium brevirame),* el cerrajón brillante (*Sonchus bornmuelleri),* el bejeque (*Aeonium david-bramwelli*), el tomillo burro (*Micromeria herpyllomorpha*), la vinagrera (*Rumex lunaria*), etc. Ya en la costa, bajo la influencia regular de la maresía (Figura 56), el matorral está compuesto principalmente por el salado (*Schizogyne sericea)* y la lechuga de mar (*Astydamia latifolia*).

La permanencia de la actividad volcánica en este lugar de la isla ha creado un relieve volcánico diverso y muy característico, que refleja una intensa dinámica constructiva con la concentración de volcanes recientes e históricos. La frecuencia de las erupciones en este territorio mantiene un proceso de renovación constante del ecosistema y del paisaje. En consecuencia, la vegetación se articula a partir de un mosaico espacial muy contrastado y fragmentado, que responde a diferentes expresiones dinámicas de colonización inicial propias de un proceso de sucesión primaria. El tiempo transcurrido desde los fenómenos eruptivos condicionará la riqueza de especies y la diversidad de formas biológicas de la cubierta vegetal (Severin *et al.,* 2019).

No obstante, el análisis de estos paisajes permitirá comprobar que la edad de los materiales eruptivos no es el único factor de ordenación geográfica de la vegetación, al influir en la progresiva formación de suelo. El reconocimiento de otras discontinuidades espaciales revela la acción de diversos factores que, de forma interrelacionada y según la escala espacial de estudio, regulan también la transformación del aspecto original de estos volcanes (Beltrán-Yanes, 2000).

Figura 56. Discontinuidades espaciales netas en el matorral costero originadas por la superposición de las coladas del Teneguía.



Fotografía: Esther Beltrán Yanes.

1.3. Costa occidental de Cumbre Vieja

La línea de costa del oeste de Cumbre Vieja está caracterizada por una importante variedad de geoformas en las que se alternan deltas lávicos recientes, acantilados activos y fósiles, playas y beachrocks. La configuración de la costa está muy marcada por la presencia de deltas lávicos históricos: San Juan (1949), El Charco-Jedey (1585) y San Antonio-Teneguía (1676-77 y 1971). Se trata de plataformas lávicas que generan el retranqueo de la antigua línea de costa favoreciendo la aparición de paleoacantilados. La mayor parte de la costa está formada por acantilados activos con alturas que varían entre los 10 y los 60 metros de altura. Asociadas principalmente a desembocaduras de pequeños barrancos aparecen un reducido número de playas cuya longitud varía entre los 30 y 450 metros y en las que dominan los cantos y gravas, pero también arenas de origen predominantemente terrígeno. Así mismo, en la costa hay evidencias de cambios en el nivel del mar apareciendo beachrocks: Puerto Naos, Charco Verde, playa de

Las Zamoras, playa Chica y Echentive siendo el más antiguo el ubicado en el Charco Verde con 33.000 años y el más reciente el de la playa de Echentive con menos de 350 años (Calvet *et al.,* 2005).

1.4. Fuencaliente y sus paisajes rurales

Fuencaliente es el municipio de La Palma cuyo paisaje es más fácilmente asociable con el volcanismo y con los procesos naturales que de él se derivan. Este es municipio relativamente pequeño (56,42 km²) ubicado en el extremo sur de la dorsal volcánica activa cuyos periodos de recurrencia la convierten el territorio de mayor tasa de actividad volcánica de Canarias. En los últimos 400 años este municipio ha vivido las erupciones del Martín (1646), San Antonio (1677-78), El Charco (1712) y Teneguía (1971).

Entre otros aspectos, la naturaleza volcánica aporta al municipio un patrimonio natural singular que se refleja en la incorporación del 70% de su territorio en los tres espacios naturales protegidos que alberga el municipio: Parque Natural de Cumbre Vieja, Paisaje Protegido de Tamanca y Monumento Natural de los Volcanes de Teneguía. Este último, con casi 1.000 ha de superficie, alberga el relieve generado por la erupción de 1971 y magníficos ejemplos de la enorme capacidad de resiliencia de la población local y su adaptabilidad para obtener recursos en un territorio de rasgos no siempre favorables. Quizás el mejor ejemplo de esto lo supone el cultivo de la viña que en la actualidad sigue siendo para Fuencaliente una actividad económica fundamental y una de sus principales señas de identidad (Figura 57).

Figura 57. Cultivo tradicional de viña sobre espacios afectados por la erupción del Teneguía (1971).

Fotografía: Gustavo Pestana Pérez.

En la actualidad, aproximadamente el 25 % de la superficie de viña de la Palma se localiza dentro de este municipio, normalmente vinculada a dos zonas productivas de importante peso histórico: Llanos Negros y Las Machuqueras. En ambos el cultivo se realiza de manera totalmente artesanal, sin posibilidad de mecanización, sobre espacios de considerable pendiente que obligan a la utilización de marcos de plantación, técnicas de cultivo y variedades totalmente adaptadas. Resultado de este esfuerzo es también la existencia de un importante patrimonio genético asociado a un proceso de selección varietal que se realiza de manera ininterrumpida desde el siglo XVI. Fruto de este esfuerzo se ha logrado la preservación de variedades locales únicas, tan emblemáticas como la malvasía aromática, la bujariego y el sabro. En la actualidad el cultivo de la viña se sigue enfrentando al reto de la pervivencia, en un contexto poco favorable, condicionado por factores como las dificultades de producción, la proliferación de plagas y

enfermedades en un contexto agrícola local cada vez menos diverso, además de la competencia con vinos de otras regiones productivas, así como los cada vez más evidentes impactos que se derivan del cambio climático.

1.5. Geopatrimonio y geoturismo en espacios volcánicos

El geopatrimonio de un lugar está relacionado, además de con su geodiversidad, con el patrimonio cultural derivado de cómo la sociedad ha convivido y lo ha utilizado a lo largo del tiempo. Tal es así, que, en todas las metodologías de evaluación del mismo siempre se tiene en cuenta los valores culturales (Reynard *et al*., 2009). En este sentido, los espacios volcánicos se caracterizan por una elevada diversidad que se traduce en la identificación de geomorfositios o lugares de interés geoturístico (Ligts). En estos se combina la gea con aspectos derivados del resto de elementos naturales abióticos y bióticos y con el patrimonio cultural.

El geoturismo engloba una gran diversidad de propuestas desde aproximaciones geológicas y geográficas que no deben ser excluyentes sino complementarias (Dowling y Newsome, 2018). La geografía aporta una visión más global e integradora del patrimonio natural y cultural en sintonía con los geomorfositios (Reynard *et al*., 2009) o Ligts (Kubalíková *et al.,* 2021). En este sentido, el geoturismo se puede desarrollar en espacios naturales y urbanos y en estos últimos, que es menos frecuente, es a través de la construcción y ornamentación del patrimonio cultural tangible inmueble.

En el extremo sur de la dorsal de Cumbre Vieja el geopatrimonio está directamente asociado con el patrimonio natural del volcanismo reciente e histórico de los volcanes de San Antonio (1677-78) y Teneguía (1971). En este sentido, las formas que predominan están directamente relacionadas con el fenómeno eruptivo, destacando los volcanes basálticos monogénicos, los coneletes de escorias, los hornitos, las fisuras eruptivas, las charcas lávicas, los campos de lavas

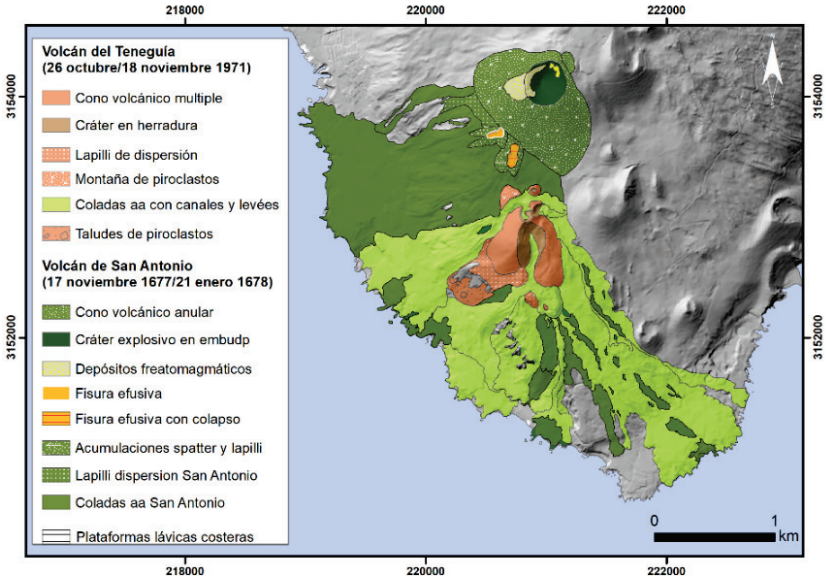
aa, en bolas y pahoehoe, los tubos volcánicos, los taludes, deltas lávicos y los campos de lapilli. Ahora bien, aunque su impronta en el paisaje volcánico sea menor, también están presentes las formas y procesos erosivos (barrancos y cantiles) y sedimentarios (playas, depósitos aluviales y coluviales). Del mismo modo, no podemos obviar la importancia del patrimonio cultural vinculado con la arqueología del mundo aborigen, los paisajes rurales de viñedos y plataneras, las salinas o la Fuente Santa.

1.6. Los volcanes del Teneguía (1971) y San Antonio (1677/78)

De todas las erupciones históricas producidas en La Palma, sólo dos de ellas emplazan sus centros eruptivos en puntos muy cercanos entre sí, y en la proximidad de la punta meridional de la isla. La erupción del San Antonio, ocurrida entre el 17 de noviembre de 1577 y 21 de enero de 1678, y la del Teneguía, desarrollada entre el 26 de octubre y el 18 de noviembre de 1971, las dos próximas al roque fonolítico del Teneguía (Figura 58).

Aunque estos dos volcanes muestran la mayor parte de los rasgos que definen al volcanismo histórico insular (erupciones fisurales de magmas basaníticos, bajos índices de explosividad, dinámicas hawaianas, estrombolianas, estrombolianas violentas…) la configuración y morfología de ambos volcanes es contrastada. Las variaciones evidentes entre los dos edificios volcánicos depende tanto de factores que son intrínsecos al proceso eruptivo, como tasa de efusión, mecanismo eruptivo, grado de explosividad, etc., como aquéllos que resultan de la influencia que el lugar de apertura de los centros eruptivos juega en el proceso eruptivo, la duración y magma total emitido, así como en la evolución del proceso volcánico, muchas veces vinculada a cambios en el quimismo del magma emitido o al contexto hidrogeológico en que se desarrollaron las erupciones.

Figura 58. Croquis morfológico de San Antonio y Teneguía.



Elaboración: Carmen Romero Ruiz.

2. PARADA VOLCÁN DEL TENEGUÍA

2.1. Lugares de interés geoturístico del Monumento Natural de los Volcanes del Teneguía

El Monumento Natural de Los Volcanes del Teneguía (MNVT) en Fuencaliente es uno de los 20 espacios naturales protegidos (ENP) de La Palma. Los aspectos que se protegen están directamente relacionados con el relieve volcánico, pero también con formas erosivas y sedimentarias.

La diversidad del patrimonio natural del MNVT es muy significativa si la comparamos con el resto de los siete monumentos naturales de la isla (Figura 59). Se pueden reconocer varios edificios volcánicos, campos de lavas, taludes escoriáceos, islas bajas, campos de lapilli,

barrancos, acantilados, playas, etc., además de otros elementos naturales bióticos y abióticos que añaden más diversidad aún. Igualmente, el patrimonio cultural asociado al MNVT es bastante significativo si tenemos en cuenta las condiciones del poblamiento en el extremo sur de La Palma.

Figura 59. Esquema de lugares de interés geoturístico del MNVT.

Elaboración: Javier Dóniz Páez.

El interés geoturístico de la zona está más que contrastado. De hecho, dentro del MNVT se encuentran algunos de los principales atractivos del turismo insular como el centro de visitantes de San Antonio, el volcán del Teneguía, las salinas de Fuencaliente, la Fuente Santa o la playa de Echentive. Fruto de la diversidad del patrimonio tanto natural como cultural del MNVT se han reconocido numerosos lugares de interés geoturístico.

3. PARADA DE LAS SALINAS DE FUENCALIENTE

3.1. Las salinas de Fuencaliente

Las Salinas de Fuencaliente es una explotación de sal de 46.000 m^2, situada sobre las lavas del volcán San Antonio (Figura 60). Es un Sitio de Interés Científico, situado dentro del Monumento Natural de los Volcanes de Teneguía y Lugar de Interés Geológico.

Figura 60. Salinas y faros de Fuencaliente.

Fotografía: Javier Dóniz Páez.

Desde el punto de vista natural, es un ecosistema en el que habitan especies animales y vegetales adaptadas a ambientes hipersalinos y falta de oxígeno. Estos microorganismos tienen además múltiples cualidades terapéuticas. El agua de los cocederos adquiere tonalidades rosadas debido a organismos que habitan en ellos, como la *Artemia salina*, que es un crustáceo muy empleado en acuicultura y la microalga *Dunaliella salina*, conocida por su actividad antioxidante y usada en cosméticos y en suplementos nutricionales. Es lugar de

paso, en otoño, de aves migratorias que arriban a la zona para descansar en su largo viaje estacional. Se dan cita chorlitejos patinegros (*Charadrius alexandrinus),* correlimos (*Calidris*), vuelvepiedras (*Arenaria interpres*), andarrios (*Actitis hypoleucos*) y, rarezas como flamencos (*Phoenicopterus*) y tarros blancos (*Tadorna tadorna*).

La explotación salinera se inicia en 1967, se realiza de forma artesanal, en condiciones ambientales necesarias: costa baja, vientos moderados, lluvia escasa y fuerte insolación diaria. Las Salinas de Fuencaliente forman un conjunto con los dos faros que existen. El viejo se construyó en 1880 y se mantiene operativo entre 1902 y 1939, año en que Fuencaliente sufre un terremoto, al que le siguen los temblores precursores de la erupción del volcán de San Juan (1949). Tras los daños sufridos con la erupción del Teneguía (1971) que casi lo derriba, se construye el segundo que se inaugura en 1985. Las lavas del Teneguía rodearon el conjunto del faro y las salinas.

El viejo faro, se reconstruyó en 2006 y es el Centro de Interpretación de la Reserva Marina de la isla de La Palma.

Es un espacio con gran atractivo paisajístico visual, por el contraste cromático entre el blanco y los rosáceos de la sal, el negro de los materiales volcánicos y el azul del mar.

4. PARADA DE COSTA DE ECHENTIVE

4.1. Playa de Echentive

La playa de Echentive o playa Nueva es fruto de la erupción del volcán Teneguía (Figura 61). La colada emitida por el volcán alcanzó el mar y formó la playa que posee unos 300 metros de longitud en la que dominan cantos y gravas. En la trasplaya aparecen dos charcas mareales situadas por debajo del cero marino actual en las que, durante la marea alta el agua se filtra inundándolas y dejándolas fuera de la acción del oleaje. Cabe destacar la presencia de un beachrock

que posee menos de 350 años que evidencia cambios recientes en el nivel del mar (Calvet *et al*., 2005).

Figura 61. Panorámica de La Playa de Echentive.

Fotografía: Javier Dóniz Páez.

Por otra parte, en las proximidades de la playa se encuentra la entrada a la galería de la Fuente Santa, un manantial de aguas termales consideradas beneficiosas para el tratamiento de diferentes males que fue sepultado por la erupción de 1677 (volcán de San Antonio) y redescubierto en el año 2000. La fuente se situaba al pie de un elevado acantilado de 150 metros donde se hallaba una playa de callaos y allí se formaron dos charcas mareales que los enfermos denominaban de San Lorenzo y de San Blas. El agua de la fuente llegó a exportarse a Cuba y Amberes. La riqueza que generaba el agua de la Fuente Caliente incrementó en gran medida los ingresos de la isla, las visitas de enfermos aquejados de sífilis, lepra, reumatismo, o artrosis y dio nombre al municipio convirtiéndose, hasta el momento en que fue sepultada por la erupción, en un importante motor económico de la isla.

ACTIVIDADES DIDACTICAS DEL ITINERIARIO 3

1. ACTIVIDADES PREVIAS A LA SALIDA DE CAMPO

a) Pregunta a las personas mayores de tu familia qué recuerdan de la erupción del Teneguía, y si afectó a muchas personas.

b) ¿Crees que se modificó mucho el paisaje tras la erupción del Teneguía?

c) Localiza en el visor de GRAFCAN (https://visor.grafcan.es/visor3D/) la zona que vamos a recorrer.

2. ACTIVIDADES DURANTE LA SALIDA DE CAMPO

a) ¿Cuántos conos volcánicos y hornitos identificas en el paisaje originado por la erupción del Teneguía?

b) ¿Sabrías diferenciar a simple vista sectores donde predominan los campos de piroclastos y otros donde lo hacen las lavas? Mediante un dibujo o una fotografía indica las principales diferencias.

c) ¿Cómo es la vegetación sobre los materiales volcánicos de la erupción del Teneguía? ¿Y sobre los de la erupción del volcán San Antonio? ¿en qué se diferencian? ¿por qué?

d) ¿Qué cultivos observas en la zona? ¿qué relación existe entre esos cultivos y las condiciones climáticas? ¿Y con el sustrato?

e) ¿Dónde se localizan las salinas? ¿Por qué? ¿Eran muy importantes las salinas en el pasado? ¿Y ahora qué valor tienen?

3. ACTIVIDADES TRAS LA VISITA

a) ¿Cómo se pueden estudiar los cambios que se producen tras las erupciones históricas? Realiza la actividad que aparece en la página siguiente.

b) Las erupciones volcánicas del San Antonio y del Teneguía: ¿han dado lugar a un paisaje con valor patrimonial?

c) ¿Qué proponemos para gestionar estos paisajes de manera sostenible?

4. EJEMPLO DE UNA ACTIVIDAD DIDÁCTICA. ANÁLISIS DE IMÁGENES ÁREAS HISTÓRICAS Y ACTUALES COMO HERRAMIENTA DE VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS DEL PAISAJE PRODUCIDOS POR EL VOLCANISMO HISTÓRICO

4.1. Objetivo

Analizar las fotografías georreferenciadas (Figura 62 1.A y 1.B) de los años 1964, donde solo figura el volcán de San Antonio (1677/78), y de 2022 de la misma zona, donde se incluye ya el volcán del Teneguía (1971).

4.2. Método

Reconocimiento de elementos geomorfológicos derivados del volcanismo histórico.

4.3. Fuente

Serie histórica de ortofotos. La Palma. (Idecanarias https://visor.grafcan.es/visorweb, en carpeta de mapas históricos, ortofotos).

4.4. Procedimiento

Cartografía de elementos volcánicos (conos antiguos, cono del San Antonio y coladas, Cono del Teneguía y flujos lávicos asociados), delimitación de la línea costera y estudio de la cubierta vegetal.

a) Realizar una cartografía básica de los elementos geomorfológicos presentes en la ortofoto de 1964, donde aparece la erupción del volcán de San Antonio (Figura 62 1A).

b) Realizar una cartografía básica de los elementos geomorfológicos presentes en la ortofoto de 2022, donde ya aparece la erupción del Teneguía (Figura 62 1B).

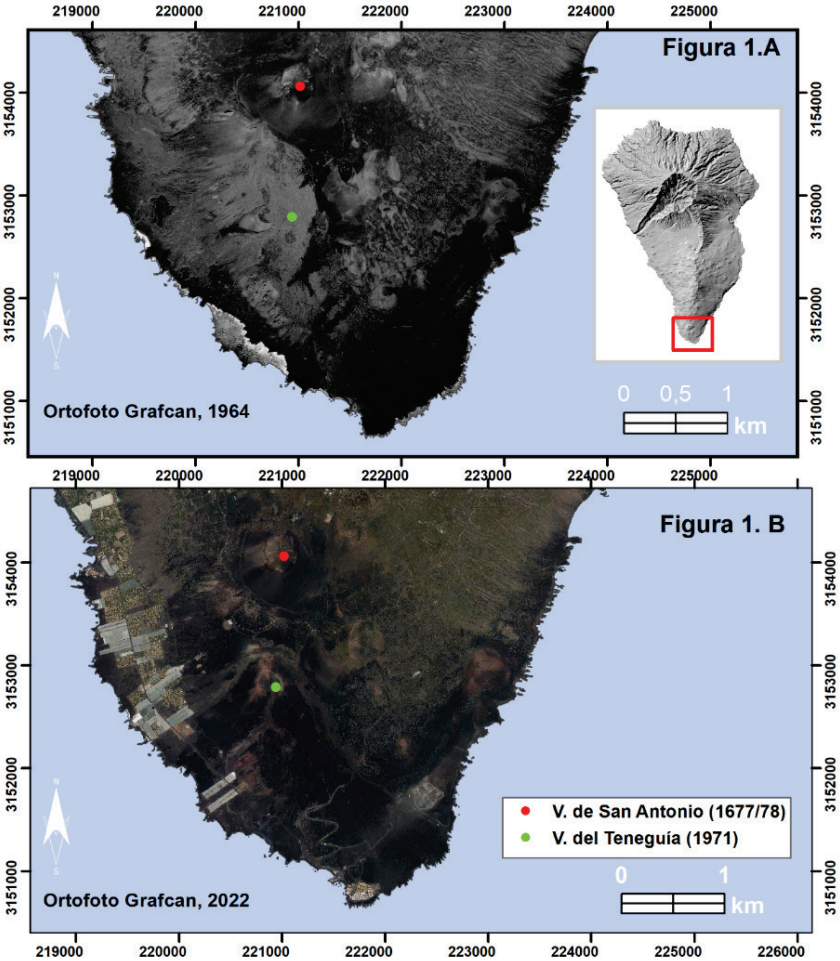
c) Establecer la comparación entre el paisaje antes de 1971 y el paisaje resultado de la erupción del Teneguía, analizando los cambios más evidentes.

4.5. Resultados

a) Determina los cambios del paisaje después de la erupción del Teneguía en 1971.

b) Valora el estado actual del paisaje de este sector de Fuencaliente.

Figura 62. Imágenes aéreas de un sector de Fuencaliente (La Palma): la superior es de 1964 y la inferior de 2022.

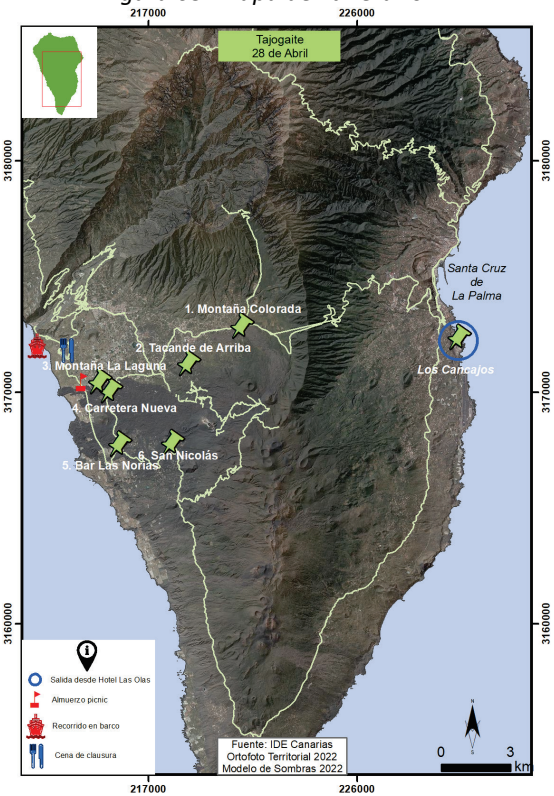


Fuente: GRAFCAN (Idecanarias https://visor.grafcan.es/visorweb).

ITINERARIO 4. LA VISIÓN GEOGRÁFICA DE LA ERUPCIÓN DE TAJOGAITE

C. Romero (coordinadora), E. Beltrán-Yanes, R. Daranas, J. Dóniz-Páez, N. Ferrer-Valero, J.L. García Rodríguez, L. García-Romero, C. Guillén, J.H. Lorenzo Pérez, J. Mangas, N. Marrero-Rodríguez, C. Peña-Alonso, E. Pérez-Chacón, G. Pestana Pérez, J.A. Rodríguez-Báez, J. Rojas y A. Sanromualdo-Collado

Figura 63. Mapa del itinerario 4.



Fuente: base cartográfica IDE de Canarias (GRAFCAN). Elaboración: Leví García Romero.

INTRODUCCIÓN

El itinerario del día 28 se dedicará por completo al estudio del volcán de Tajogaite, desde las zonas de medianía a los ambientes costero-marinos. Esta erupción, producida entre el 19 de septiembre y el 13 de diciembre de 2021, es un modelo en la historia de la volcanología canaria por muchos motivos: por la eficaz gestión de la crisis volcánica; por la utilización de nuevas herramientas y técnicas de análisis científico, que permitieron su vigilancia y control en tiempo real; pero sobre todo, por su emplazamiento en un área periurbana y rururbana y, como consecuencia de ello, por los amplios efectos de la erupción sobre el territorio, la economía y la sociedad palmera. Tras la erupción, el Gobierno Autónomo de Canarias, a través de Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, junto con el Cabildo insular de La Palma han emprendido acciones conducentes a la planificación del nuevo paisaje. Es la primera vez en la historia de Canarias que se tiene la oportunidad única de organizar y planificar la configuración del paisaje resultado de una erupción volcánica.

1. PARADA MIRADOR MONTAÑA COLORADA

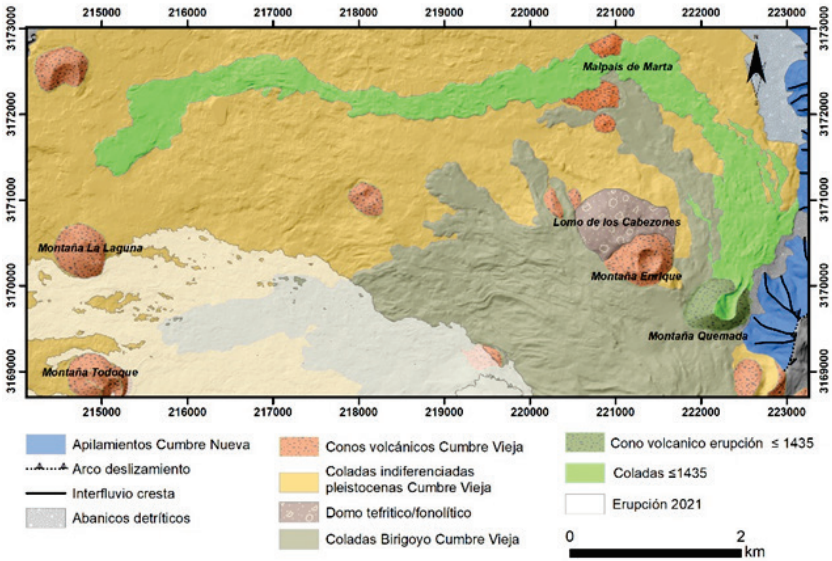
1.1. El volcán de las Endechas. Erupción de ≤ 1445

"Tus campos rompan tristes volcanes,
No vean placeres sino pesares
Cubran tus flores los arenales"

Montaña Quemada constituye el volcán histórico más antiguo de La Palma (Figura 64). Su erupción se produjo hacia 1445 cuando aún no estaba conquistada la isla, por lo que algunos autores lo consideran como una erupción subhistórica. Sin embargo, existen muchas referencias al mismo en las primeras historias de Canarias (Núñez de

La Peña, 1847; Viera y Clavijo, 1773; Abreu Galindo, 1676). Es el conjunto volcánico más septentrional y el de mayor sencillez morfológica de todos los históricos.

Figura 64. Esquema morfológico del Volcán de Montaña Quemada.



Elaboración: Carmen Romero Ruiz.

1.2. El paisaje vegetal del volcán de Montaña Quemada

La edad de este centro eruptivo y su inserción en un marco geográfico de cumbre húmeda, con pinares y monteverde por el desborde frecuente del mar de nubes por Cumbre Nueva, contribuyen a la incorporación de elementos arbóreos de este bosque a Montaña Quemada (Figura 65). La presencia de pino canario (*Pinus canariensis*), brezo (*Erica canariensis*) y faya (*Morella faya*) en estas nuevas superficies volcánicas, demuestra la estrecha relación espacial que presenta el paisaje vegetal de esta construcción eruptiva con las

unidades de paisaje principales en las que se localizan (Figura 65). A ellas tiende a incorporarse progresivamente, a través de en un complejo proceso dinámico de transformación (Beltrán-Yanes y Dóniz-Páez, 2009).

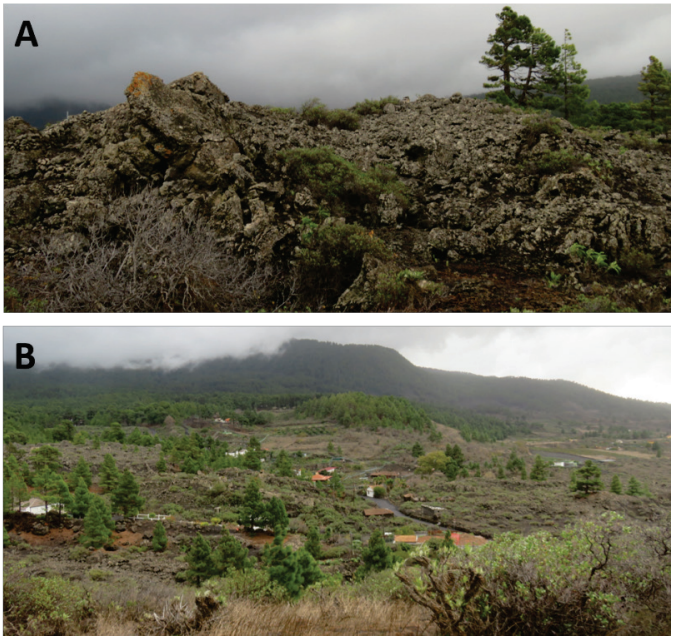
Figura 65. El pinar con brezos y fayas de Montaña Quemada.

Fotografía: Proyecto Volturmac (MAC2 / 4.6c / 298) INVOLCAN.

1.3. Los paisajes tras una erupción prehistórica (≤ 1445)

La observación de estos paisajes muestra la transformación de un malpaís tras pasar casi seis siglos. En unos sectores, las coladas presentan una colonización vegetal de herbáceas, matorral y pinos aislados (Figura 66A), como la de otros entornos similares de Canarias (Beltrán-Yanes, 2017). En otras zonas, el malpaís se ha roturado, organizando en él un paisaje agrario con edificaciones dispersas (Figura 66B).

Figura 66. Panorámicas desde Montaña Colorada: colonización vegetal de la colada (A), paisaje agrario (B).



Fotografía: Emma Pérez-Chacón Espino.

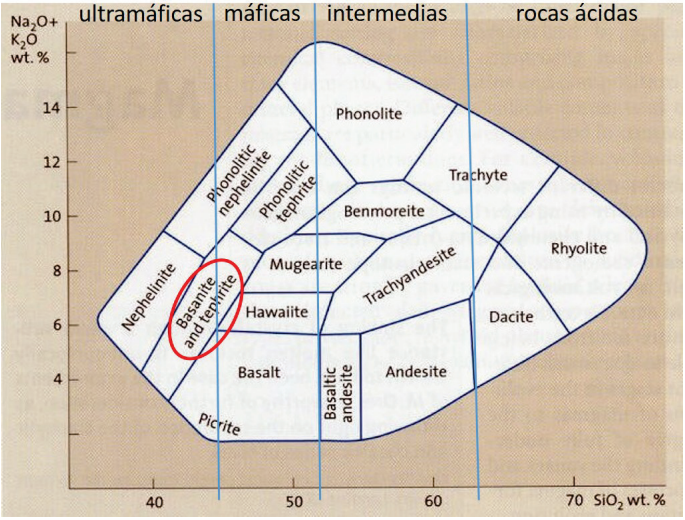
2. PARADA TACANDE DE ARRIBA. LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN DE TAJOGAITE

2.1. Materiales emitidos por el volcán de Tajogaite

El edificio Tajogaite estuvo activo 85 días y emitió un volumen de coladas de unos 159 millones de m^3, ocupando una superficie de 1219 ha, y el volumen calculado de piroclastos de caída fue de 20 millones de m^3 (Bonadonna *et al*., 2022). La composición geoquímica del magma cambió en el tiempo desde máfico a ultramáfico, siendo tefrítico, >45% SiO_2, los primeros 10 días (con 75% de líquido y 25 %

fenocristales de diopsido y kaersutita), a basanítico el resto <45% SiO_2 (con 25% de diopsido y olivino <Fo86) (Figura 67). El mecanismo eruptivo fué estromboliano-vulcaniano (VEI-2-3), con algunos pulsos freatomagmáticos, emitiéndose flujos de lava y piroclastos, junto con gases acuosos y compuestos de S, C, Cl, F (Campeny *et al*., 2023).

Figura 67. Diagrama TAS (% sílice-álcalis): basanita y tefrita en rojo.



Fuente: Schmincke (2004). Elaboración: José Mangas Viñuela.

2.2. El Volcán de Tajogaite (19/09 al 13/12 de 2021)

El volcán de Tajogaite constituye un cono volcánico fisural múltiple, de gran complejidad morfológica, que se articula en torno a dos fracturas paralelas de dirección NO-SE en la que se inscriben un total de 15 centros de emisión diferentes, no todos activos al mismo tiempo durante el período eruptivo (Figura 68).

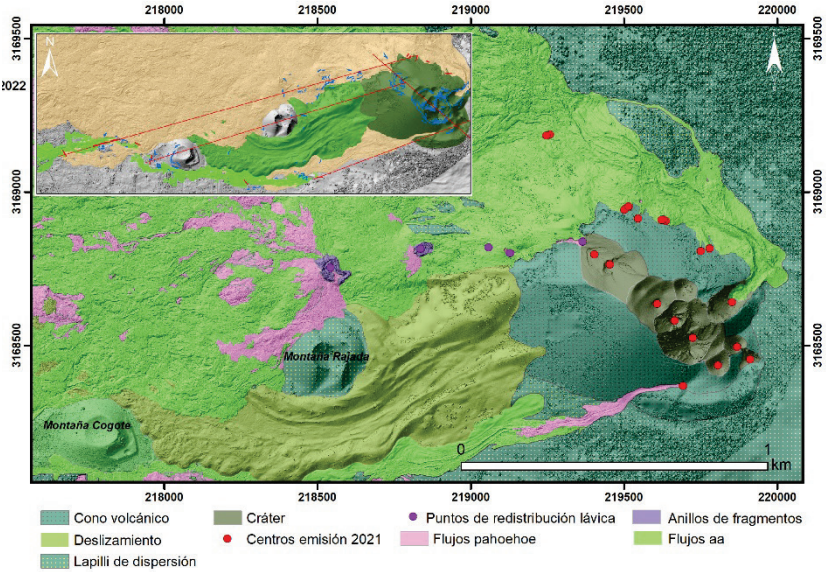
El cono volcánico principal, de spatter y lapilli, consta de un total de 9 centros eruptivos, y es resultado de remodelaciones constantes a lo largo del período activo, fundamentalmente asociadas a colapsos

parciales del cono volcánico y al deslizamiento de parte de su flanco (25 de septiembre de 2021). No obstante, estas cicatrices no son siempre evidentes debido a la reconstrucción del cono en fases eruptivas posteriores. Por lo común, los centros de emisión localizados a cotas inferiores, dispuestos en la base del cono tuvieron una actividad eminentemente efusiva. El derrame de lava se produjo de forma alternante y concomitante con el desarrollo de fuentes de lava de tipo hawaiano de actividad continua y a partir de episodios estrombolianos rítmicos, caracterizando a los puntos de actividad efusiva más duraderos y de mayor volumen de magma emitido, lo que determino su configuración en forma de herradura abierta hacia el NO y NE. Los centros de emisión centrales corresponden a puntos de actividad exclusivamente, coexistiendo cráteres anulares en embudo, encajados unos en otros y de menor profundidad, y grandes cráteres en embudo de profundidades entre los 50 y los 80 m con radios máximos en torno a los 200 m de diámetro. Estos cráteres corresponden a los puntos de la factura que prolongaron su comportamiento hasta la finalización de la actividad explosiva el día 13 de diciembre de 2021.

La fractura paralela a la anterior y algo más al norte, tuvo un comportamiento exclusivamente efusivo y dio lugar a la formación de pequeños hornitos y a la emisión de lava pahoehoe.

Hacia fines de la erupción a más de un km hacia el SO de este sector se abrieron un total de seis fracturas efusivas, con el desarrollo de coladas también de carácter pahoehoe y con la formación de pequeños edificios de spatter.

Figura 68. Esquema morfológico del edificio volcánico de Tajogaite.



Elaboración: Grupo de Geomorfología, Paisaje y Sociedad en Terrenos Volcánicos (GPS-VOLTER) de la ULL.

2.3. Impacto en la flora y la fauna

El pino canario (*Pinus canariensis*) ha evolucionado con el fuego y los volcanes como elementos presentes en el ecosistema, generando distintos mecanismos de adaptación al calor, como la extrema serotinidad de sus piñas (Figura 69).

Con la reciente erupción volcánica ha quedado patente la verdadera “adaptación al calor” latente del suelo durante meses, no solo al fuego de los incendios como solemos pensar, pues es capaz de aislarse térmicamente de ese calor endógeno gracias a la presencia y desarrollo de corteza en sus raíces.

Figura 69. Germinación de Pino canario tras la erupción volcánica.

Fotografía: José Heriberto Lorenzo.

2.4. La planificación de emergencias frente al riesgo volcánico en la Isla de La Palma

El Cabildo Insular de La Palma puso en marcha en el año 2018 la redacción del Plan de Actuación Insular frente al riesgo volcánico (PAIVPAL). El PAIVPAL es un plan de emergencias que establece la planificación de todas las acciones que son competencia del Cabildo Insular y que van orientadas a la aplicación de medidas de protección civil como la evacuación, los albergues, las comunicaciones a la población y la rehabilitación de los servicios esenciales, entre otros (Figura 70). La importancia de contar con este tipo de planificación, no sólo ayuda en la organización y coordinación de los medios y recursos locales, sino que también permite dar una respuesta ordenada y eficaz durante la gestión de una emergencia volcánica.

Figura 70. Cara delantera del tríptico de información sobre el PAIVPAL y consejos de autoprotección para la población durante la erupción volcánica de Tajogaite (2021).

Fuente: Cabildo Insular de La Palma.

La elaboración de este documento forma parte de las directrices contempladas en el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA), y estuvo condicionada por los distintos eventos sismovolcánicos de baja magnitud registrados en el sur de la isla durante los años 2017 y 2018, que instaron a la administración insular de dotarse de una herramienta que le permitiese estar preparado ante una posible erupción volcánica en la isla.

En el año 2019 el Cabildo Insular de La Palma presenta públicamente el avance del plan. Durante la erupción volcánica de Tajogaite (2021), a pesar de no encontrarse el PAIVPAL homologado, el Cabildo y los ayuntamientos distribuyeron trípticos de información del Plan y consejos de autoprotección para la población.

2.5. Gestión de la emergencia

La mayor Emergencia medioambiental a la que se ha enfrentado el archipiélago canario en los últimos siglos requirió la evacuación de unas 7.000 personas, sepultando bajo la lava algo más de 2.000 edificaciones y unas 370 hectáreas de cultivo, además del daño sufrido por la caída de piroclastos en zonas no afectadas por las lavas y la emisión de gases tóxicos (Figura 71). La gravedad de lo ocurrido requirió la participación de todos los organismos competentes en materia de Protección Civil, y produjo una ola de solidaridad de la sociedad española.

Figura 71. Perímetro de Seguridad de zona evacuada. Momento nocturno de la erupción desde Tacande. 24 de octubre de 2021.

Fotografía: José Heriberto Lorenzo.

3. PARADA MIRADOR MONTAÑA DE LA LAGUNA

3.1. Ocupación humana del Valle de Aridane

El Valle de Aridane está situado al suroeste de La Palma, ocupa la cuarta parte de la superficie insular y constituye un suave talud, limitado por la dorsal de Cumbre Nueva y Cumbre Vieja, al este, el

escarpe de El Time y el cuchillo de Bejanao, situados al norte. El conjunto está formado por la superposición de coladas que desde los centros de emisión de la zona de cumbre han derramado hacia el mar, como ha ocurrido con las lavas del volcán de Tajogaite. El lugar está atravesado por dos alineaciones paralelas de conos volcánicos de dirección norte-sur, que han represado las lavas y las avalanchas procedentes de la erosión. Esta retención de materiales ha dado lugar a la existencia altitudinal de tres espacios relativamente llanos, tras las montañas, separados por umbrales mucho más inclinados, que tienen una gran importancia edafológica y agroclimática y han desempeñado un importante papel en el asentamiento de la población y de los cultivos. En el caso de la cálida franja costera, el poblamiento es concentrado y poco numeroso para no restar suelo al productivo cultivo de la platanera (Figura 72).

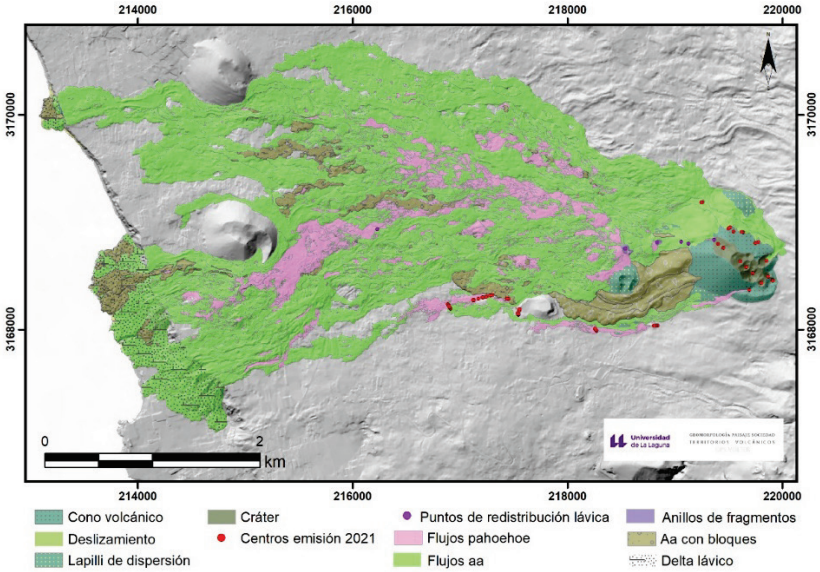
Figura 72. Cultivo de plátano en la franja de costa del Valle de Aridane.

Fotografía: José León García Rodríguez.

3.2. El paisaje lávico de la erupción de Tajogaite

Unos de los rasgos más destacados de las lavas de Tajogaite es su elevada complejidad morfológica, manifestada a través del elevado número y diversidad de las unidades lávicas definidas por sus rasgos geomorfológicos y geológicos (Figura 73). Este hecho determina la existencia de un campo lávico de elevada fragmentación espacial, único en el contexto del volcanismo histórico y holoceno de Canarias.

Figura 73. Esquema morfológico del conjunto volcánico de Tajogaite.



Elaboración: Grupo de Geomorfología, Paisaje y Sociedad en Terrenos Volcánicos (GPS-VOLTER) de la ULL.

El campo lávico está constituido por la superposición y yuxtaposición de unidades de flujos de morfología variada, siendo escasos aquellos que conectan de modo directo con los centros de emisión principales. Las lavas aa, constituidas por morfologías

escoriáceas, de aspecto erizado y caótico, y formadas por fragmentos sueltos de rasgos heterométricos variados, ocupan una superficie de 9,2 km^2. En estos flujos son abundantes las estructuras como los canales lávicos, levées laterales y frontales, bloques erráticos, arcos de empuje, grietas de retracción, etc.

Las lavas pahoehoe forman una unidad territorial sin continuidad espacial, constituida por flujos lávicos compuestos de tipo pahoehoe que abarca una superficie total de aproximadamente 1,4 km^2. En esta categoría se incluyen morfologías superficiales muy diversas que engloban 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, o pahoehoe escoriáceas o incluso en bloques. Se incluyen también en estos sectores los túmulos, jameos, microtubos y pequeños flujos de lava que se forman a partir de la lava extruida desde los frentes, los levees laterales y canales de flujos primarios.

3.3. Efectos de la erupción en las edificaciones y los cultivos

Los efectos que los peligros volcánicos producen sobre las edificaciones y los cultivos, especialmente los relacionados con el avance de las coladas de lava y la caída de cenizas, son variables y determinantes en la gravedad de los daños que producen.

Durante la erupción de Tajogaite, las viviendas con arquitectura tradicional construidos con muros de piedra y estructuras de madera han conservado su distribución exterior cuando no han sido arrasados o sepultados por las coladas de lava. Son representativos los incendios provocados por la irradiación térmica de la lava sobre la madera de las ventanas, de las vigas y de los tejados, provocando el desplome de los techos. Por su parte, las viviendas de arquitectura más moderna han resistido mejor los efectos de las coladas, aunque la gran mayoría han sido dañadas por el arrasamiento y el efecto de empuje de las coladas.

Figura 74. Arrasamiento por efecto de empuje de las coladas de lava sobre las edificaciones.

Fotografías: Carmen Romero Ruiz.

Además, los techos planos han facilitado la acumulación de lapilli, lo que incrementaba el riesgo de desplome de las edificaciones.

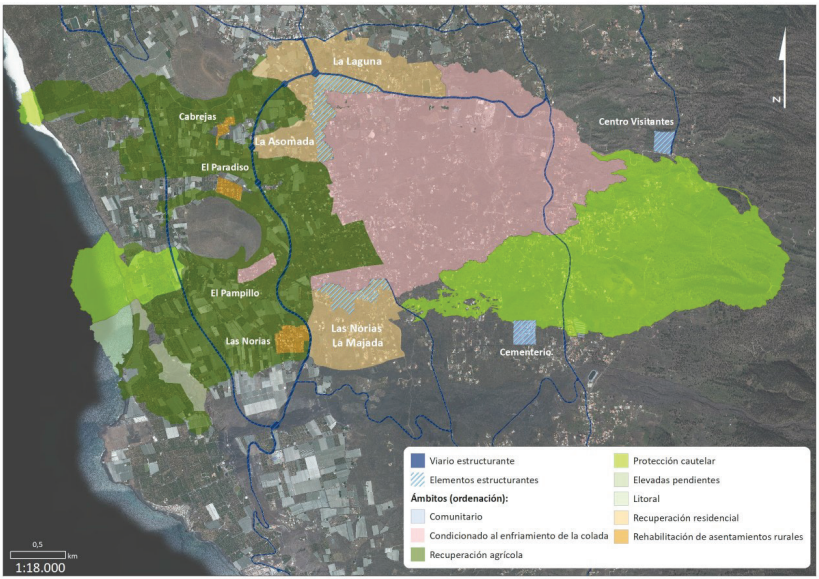
Sobre los impactos en la agricultura es posible distinguir aquellos efectos directos, derivados del arrasamiento y el recubrimiento de las plataneras y fincas por las coladas de lava, así como los daños provocados por la caída de cenizas capaces de dañar las hojas y perjudicar el ciclo vital de los cultivos. Por otro lado, como efecto indirecto destaca la rotura de las infraestructuras de riego y la dificultad de acceder a las zonas de cultivo como consecuencia del avance y disposición de las coladas de lava.

3.4. Plan de recuperación

El “Marco Territorial para la recuperación de la normalidad tras la erupción volcánica en la isla de La Palma” establece como objetivo principal que todas las personas afectadas recuperen su medio de vida, sin renunciar a sus vínculos con el territorio y a la comunidad a la que pertenecen.

La planificación urbanística y territorial para llevar a cabo ese objetivo, utiliza un criterio técnico actual basado en la metodología de Evaluación de Necesidades de Recuperación Post-desastre, que busca evaluar el impacto del desastre y definir una estrategia de recuperación.

Figura 75. Propuesta ordenación estructural.



Elaboración: GESPLAN.

En el escenario de intervención se diseña la ordenación estructural del ámbito territorial y la ordenación pormenorizada de aquellos espacios seleccionados a partir de la puesta en común de los criterios científicos, técnicos, los resultados de la intervención social y las posibilidades jurídicas.

Las premisas en las que se fundamenta el enfoque de este proyecto es la coordinación entre los distintos agentes involucrados en el proceso de recuperación: la sociedad, las administraciones, la comunidad científica y los técnicos. Todo ello teniendo en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la gestión de riesgos y la gobernanza.

4. PARADA SAN NICOLÁS

4.1. El volcán de Tajogaite desde el sur

Dos elementos caracterizan a la morfología del flanco sur del volcán de Tajogaite:

1º.- Amplitud de las superficies cubiertas por lapilli y cenizas de dispersión, lo que significa que durante buena parte de la erupción la columna eruptiva estuvo orientada hacia el SO de los centros de emisión (Figura 76). Este hecho es habitual en el volcanismo de Canarias con un régimen predominante de vientos alisios.

2º.- La existencia de morfologías, únicas en el contexto del volcanismo histórico de las Islas Canarias, asociadas a un proceso de inestabilidad del edificio volcánico ocurrido durante el día 25 de septiembre de 2021. Este evento ocasionó el deslizamiento de una buena parte del flanco SO del edificio volcánico, generando la formación de un flujo de lavas cataclasticas, con grandes bloques de materiales del cono. El origen de este deslizamiento está vinculado a un aumento de la tasa eruptiva, la deformación del cono y su desestabilización debido al emplazamiento en un sector de fuertes pendientes.

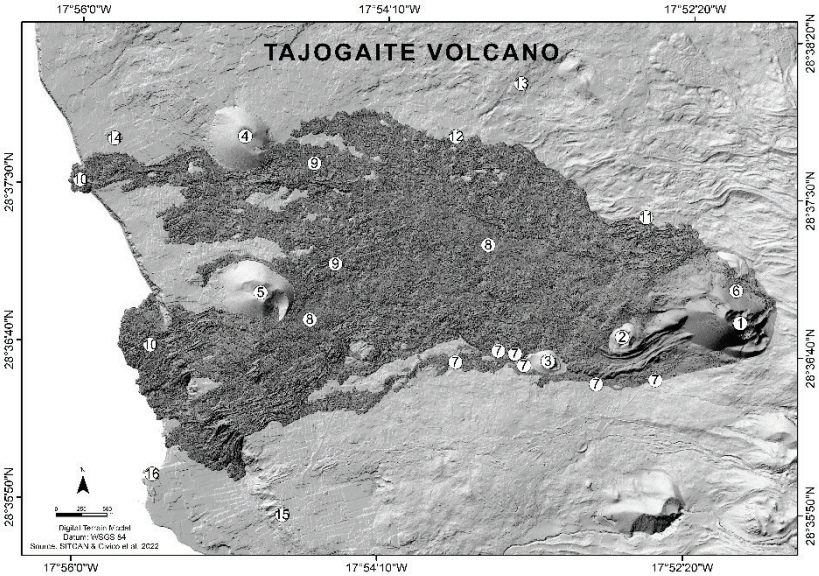
Figura 76. Campo de dispersión de cenizas y lapilli.

Fotografía: Carmen Romero Ruiz.

4.2. Geoturismo volcán Tajogaite, erupción 2021

En la isla de La Palma la explotación turística de los volcanes no es nada nuevo. En este sentido, centenares de turistas y visitantes se acercaron para observar La erupción del Teneguía en 1971 y del San Juan en 1949. Algo similar ha sucedido con la erupción del volcán Tajogaite desde 2021, donde miles de visitantes llegaron a La Palma atraídos por la fascinación de presenciar una erupción en directo. Incluso, cesado ésta, el volcán se ha convertido en un atractivo de ineludible visita en la isla. Todo ello responde a la diversidad del patrimonio geográfico asociado directa e indirectamente con la erupción y sus efectos territoriales. Tal es así, que ya se han seleccionado lugares de interés para el geoturismo (Figura 77) a partir de los cuales se pueden realizar itinerarios reales o virtuales.

Figura 77. Lugares de interés geoturístico del volcán Tajogaite.



Fuente: Dóniz-Páez *et al*. (2022).

5. RECORRIDO EN BARCO

5.1. Características de la costa después de la erupción

Durante las 12 semanas que duró la erupción de Tajogaite, una sucesión de coladas de lava descendió por los acantilados costeros del oeste de la isla y progresó sobre una estrecha plataforma insular, rellenándola y formando dos plataformas lávicas costeras (deltas lávicos). Tras la estabilización de los deltas de lava, se pudo observar la formación repentina de una serie de cuerpos sedimentarios, similares a playas (Figura 78), surgidos entre 24 y 48 horas después de la estabilización de los frentes de lava. Concretamente se observaron 3 episodios de estas formaciones: i) el 11 de octubre de 2021, que dio lugar a doce playas; ii) el 20 de noviembre de 2021, donde se formaron

nueve playas más; iii) y el 26 de noviembre, después de la formación del segundo delta lávico, cuando se observaron cinco nuevas playas. Los procesos que están siendo actualmente estudiados corresponden a desapariciones, disgregaciones y coalescencias entre las mismas playas.

Figura 78. Playas en los deltas lávicos tras la erupción de Tajogaite.

Fotografía: Leví García Romero.

5.2. Coladas volcánicas del Tajogaite en zonas sumergidas

Los flujos lávicos emitidos por el volcán Tajogaite discurrieron ladera abajo durante los 85 días de erupción, hasta alcanzar las zonas costeras entre los acantilados de El Perdido y Los Guirres. Las coladas llegan a zonas sumergidas submareales (unos 25 m de profundidad), alcanzan la plataforma insular (200 m) y se paran en el talud (unos 300 m), canalizándose a través de cañones submarinos y con potencias inferiores a 50 m. La superficie sumergida ocupada es de unas 30 ha, tienen 13 m de potencia media, lo que equivale a unos 3 millones de m^3. Las lavas son almohadilladas (Figura 79), presentando grietas de retracción, brechas e hialoclastitas, y también hay coladas escoriáceas.

Figura 79. Frente submarino de colada almohadillada, con lóbulos agrietados en corteza de pan, y brechas de almohadillas.

Fotografía: Rogelio Herrera. Servicio de Biodiverdidad. Gobierno de Canarias.

5.3. El barranco de Las Angustias

El Barranco de Las Angustias se desarrolla a partir de la confluencia de los barrancos de Taburiente, Almendro Amargo y El Limonero que recogen las aguas del interior de la Caldera de Taburiente. Constituye el cauce de mayor grado de encajamiento de la isla de La Palma y se labra sobre formaciones geológicas diversas que determinan la existencia de un valle estructuralmente asimétrico, mostrando el complejo basal en el fondo del cauce, las lavas de Taburiente en su margen izquierda y las de Bejenado en su margen derecha (Figura 80). El último tramo del barranco se encaja en la secuencia sedimentaria de El Time, que se disponen a modo de terrazas con una potencia de unos 300 metros y muestra un lecho más estrecho que termina ampliándose a a menos de 1 km de la costa de la Playa del Puerto.

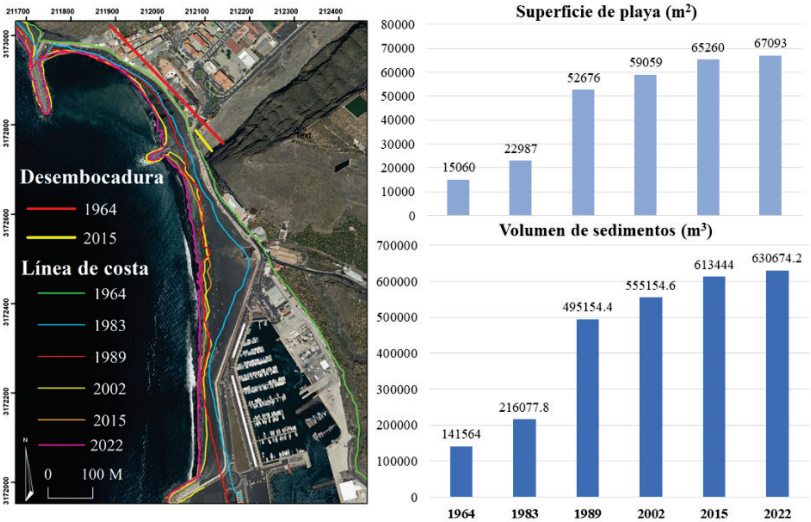
Figura 80. El barranco de Las Angustias muestra perfiles transversales y tipos de cauces diversos, según su adaptación a las formaciones geológicas presentes en este sector de la isla.

Fotografía: Carmen Romero Ruiz y Javier Dóniz Páez.

5.4. Puerto de Tazacorte e impacto en la dinámica litoral

Hasta los años setenta del siglo pasado la playa de Tazacorte estaba formada por cantos rodados y bloques en la base de paleoacantilados, ya que los materiales finos aportados por los barrancos locales eran redistribuidos por la dinámica marina hacia el sur (Figura 81). En 1964 la playa tiene una superficie de 15060 m^2. Hasta que, en los años setenta se inició la construcción del muelle principal del puerto y parte de la playa previamente existente desapareció bajo la infraestructura portuaria; así como, con la posterior construcción de la carretera y el paseo marítimo.

Figura 81. Evolución de la línea de costa, superficie de playa y del volumen de sedimento acumulado en la playa de Tazacorte



Fuente de la ortofoto 2022: Gobierno de Canarias. GRAFCAN. Elaboración: Néstor Marrero Rodríguez.

La playa fue poco a poco progradando hasta que a finales de la década de 1990 se creó un nuevo espigón asociado a la construcción del estacionamiento ubicado en el extremo sur del muelle principal que sobresale hacia el oeste, ampliando considerablemente el espacio en el que los sedimentos pueden ser retenidos. Además, también se construyeron dos nuevos rompeolas que suponen un nuevo punto de apoyo para los sedimentos aportados por el barranco. Entre 1989-2002 la playa continúa creciendo con aportes sedimentarios del barranco y por la alimentación artificial. En 2015 finalizaron las obras del puerto de Tazacorte de modo que la playa alcanza cierta estabilidad. No obstante, los temporales de sur generan pérdidas de arena que han de ser repuestas por la administración pública, siendo la última alimentación realizada en 2022.

ACTIVIDADES DIDACTICAS DEL ITINERIARIO 4

1. ACTIVIDADES PREVIAS A LA SALIDA DE CAMPO

a) ¿Cómo te imaginabas que sería una erupción volcánica? ¿Se parece lo que imaginaste a lo sucedido con la erupción del Tajogaite en el año 2021?

b) Los habitantes de la isla de La Palma y la sociedad canaria: ¿estaban preparados para una erupción como la del Tajogaite?

c) Localiza en el visor de GRAFCAN (https://visor.grafcan.es/visor3D/) la zona que vamos a recorrer.

2. ACTIVIDADES DURANTE LA SALIDA DE CAMPO

a) Haz una foto o dibujo desde el mirador de Tacande de Arriba, donde se observen los diferentes elementos vulcanológicos de la erupción de Tajogaite. Intenta diferenciar estas geoformas: edificio volcánico, tipos de coladas y depósitos de piroclastos.

b) Observa y describe cómo afectó la erupción volcánica a la flora y a la fauna. ¿Encuentras algún signo de recuperación?

c) A partir de lo que observas, enumera los efectos que ha tenido la erupción sobre los bienes materiales de los habitantes del lugar. ¿Cómo crees que ha cambiado la vida de estas personas?

d) Teniendo en cuenta toda el área comprendida entre el edificio volcánico y la costa: ¿qué cambios observas en el paisaje de las zonas afectadas por la erupción?

3. ACTIVIDADES TRAS LA VISITA

a) Según el índice de explosividad volcánica: ¿cómo se clasifica la erupción de Tajogaite? Para ello realiza la actividad propuesta en la página siguiente.

b) Busca información sobre la manera en la que se gestionó la emergencia volcánica: ¿cómo valorarías el trabajo realizado antes y durante la erupción volcánica?

c) Tras la erupción se ha iniciado un plan de recuperación: ¿cómo crees que se debería planificar el territorio en el futuro?

d) ¿Tiene valor patrimonial el paisaje creado por la erupción volcánica?

4. EJEMPLO DE UNA ACTIVIDAD DIDÁCTICA. EL INDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (VEI). UN MODELO DE CLASIFICACIÓN DE LAS ERUPCIONES

4.1. Objetivo

Conocer el índice de explosividad volcánica (VEI: Volcanic Explosivity Index según Newhall y Self, 1982, Figura 82) para poder aplicarlo a erupciones concretas.

Figura 82. Valores volcanológicos a tener en cuenta para el cálculo del índice de explosividad volcánica de una erupción.

Índice de Explosividad Volcánica VEI (Newhall y Self, 1982)

VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Descripción	no explosiva	pequeña	moderada	media	grande	muy grande	severa	violenta	Terrible
Tipo erupción	Hawaiana	Stromboliana		Vulcaniana		Plineana		Ultra Plineana	
Volumen (m^3)	$< 10^4$	$<10^6$	$<10^7$	$<10^8$	$<10^9$	$<10^{10}$	$<10^{11}$	$<10^{12}$	
Columna (Km)	<.1	.1-1	1-5	3-15	10-25	>25	.....		
Duración (horas) (solo fase explosiva)	<1		1-6		6-12		>12		
Troposférica	mínima	pequeña	media			grande	.....		
Estratosférica	no	no	no	posible	siempre	significativa	.....		

Fuente: Newhall y Self (1982).

4.2. Método

Ten en cuenta los parámetros que aparecen en la Figura 83 para el cálculo del índice VEI de 0 a 8 como, por ejemplo, datos numéricos del volumen de material piroclástico emitido durante la erupción (ejecta volumen) o los de la altura de columna eruptiva (plume); nombre del tipo de erupción (classification) y del mecanismo eruptivo (description); y la frecuencia temporal de la erupción.

Figura 83. Índice VEI de 0 a 8 teniendo en cuenta una serie de parámetros vulcanológicos (ver descripción anterior).

VEI	Ejecta volume	Classification	Description	Plume	Frequency
0	< 10,000 m³	Hawaiian	non-explosive	< 100 m	constant
1	> 10,000 m³	Hawaiian/Strombolian	gentle	100-1000 m	daily
2	> 1,000,000 m³	Strombolian/Vulcanian	explosive	1-5 km	weekly
3	> 10,000,000 m³	Vulcanian/Peléan	severe	3-15 km	yearly
4	> 0.1 km³	Peléan/Plinian	cataclysmic	10-25 km	≥ 10 yrs
5	> 1 km³	Plinian	paroxysmal	> 25 km	≥ 50 yrs
6	> 10 km³	Plinian/Ultra-Plinian	colossal	> 25 km	≥ 100 yrs
7	> 100 km³	Plinian/Ultra-Plinian	super-colossal	> 25 km	≥ 1000 yrs
8	> 1,000 km³	Ultra-Plinian	mega-colossal	> 25 km	≥ 10,000 yrs

Fuente: Newhall y Self (1982).

4.3. Fuente

Artículo donde se describen los parámetros utilizados para calcular el índice VEI en las erupciones volcánicas: Newhall, C. G., & Self, S. (1982). The volcanic explosivity index (VEI) an estimate of explosive magnitude for historical volcanism. Journal of Geophysical Research: Oceans, 87(C2), 1231-1238.

4.4. Procedimiento

Establecer el VEI de la erupción del Tajogaite, siguiendo la información obtenida en las Figuras 82, 83 y Tabla 4.

Tabla 4. Valores volcanológicos de la erupción del Tajogaite para el cálculo del VEI.

Parámetros volcanológicos	*Altura de la columna eruptiva (km)*	*Volumen total de piroclastos (m^3)*	*Tipo de erupción*
Tajogaite	*<6 (media 3,2)*	*20 millones*	*Estromboliana/Vulcaniana*

Fuente: Bonadonna *et al*. (2022).

4.5. Resultados

a) Situar esta erupción del Tajogaite en el contexto internacional.

b) Teniendo en cuenta su índice de explosividad, valorar las consecuencias que ha tenido en el área afectada y en sus habitantes.

ESPECIES VEGETALES REPRESENTATIVAS DE LOS PISOS DE VEGETACIÓN DE LA PALMA

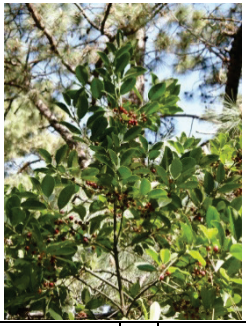
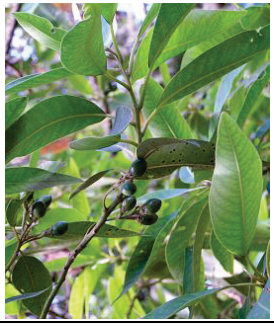
Antonio I. Hernández Cordero

Claves:

Nombre científico	Biotipo: M (macrofaneófito); N (nanofanerófito); C (caméfito); H (hemicriptófito); Li (liana)	Endemicidad

Piso de vegetación: tabaibal-cardonal					
Echium brevirame	N	Sí: La Palma	*Euphorbia balsamifera*	N	No: Canarias, N de África, Arabia
Euphorbia canariensis	N	Sí: Canarias	*Euphorbia lamarckii*	N	Sí: Canarias
			Fuente: http://www.floradecanarias.com/euphorbia_lamarckii.html		

Piso de vegetación: bosque termófilo					
Juniperus turbinata subsp. *canariensis*	M	Sí: Canarias	*Hypericum canariense*	N	Sí: Macaronesia
Fuente: http://www.floradecanarias.com/juniperus_turbinata.html					
Retama rhodorhizoides	N	Sí: Canarias	*Rhamnus crenulata*	N	Sí: Canarias
			Fuente: http://www.floradecanarias.com/rhamnus_crenulata.html		

Piso de vegetación: laurisilva					
Ilex canariensis	M	Sí: Macaronesia	*Laurus novocanariensis*	M	Sí: Macaronesia
Fuente: http://www.floradecanarias.com/ilex_canariensis.html 			Fuente: http://www.floradecanarias.com/laurus_novocanariensis.html		
Ocotea foetens	M	Sí: Macaronesia	*Persea indica*	M	Sí: Macaronesia
Fuente: http://www.floradecanarias.com/ocotea_foetens.html			Fuente: http://www.floradecanarias.com/persea_indica.html 		

Piso de vegetación: laurisilva					
Canarina canariensis	Li	Sí: Canarias	*Convolvulus canariensis*	Li	Sí: Canarias
Echium webbii	N	Sí: La Palma	*Geranium reuteri*	H	Sí: Canarias

Piso de vegetación: pinar canario					
Pinus canariensis	M	Sí: Canarias	*Bystropogon origanifolius* var. *palmensis*	N	Sí: Canarias/La Palma
			Fuente: http://www.floradecanarias.com/bystropogon_origanifolius.html		
Cistus symphytifolius var. *symphytifolius*	N	Sí: Canarias	*Lotus campylocladus* subsp. *hillebrandii*	C	Sí: Canarias/La Palma

<table>
<tr><th colspan="6">Piso de vegetación: matorral de alta montaña</th></tr>
<tr><td>Adenocarpus viscosus subsp. spartioides</td><td>N</td><td>Sí: Canarias/La Palma</td><td>Descurainia gilva</td><td>C</td><td>Sí: La Palma</td></tr>
<tr><td colspan="3">
</td><td colspan="3">Fuente: http://www.floradecanarias.com/descurainia_gilva.html
 </td></tr>
<tr><td>Genista benehoavensis</td><td>N</td><td>Sí: La Palma</td><td>Spartocytisus supranubius</td><td>N</td><td>Sí: Canarias</td></tr>
<tr><td colspan="3">Fuente: https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/fototeca/especie
 </td><td colspan="3">
</td></tr>
</table>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu Galindo, J. (1676). *Historia de la Conquista de las Siete Yslas de Gran Canaria*. Escrita Por el R. Pe. Fray Juan de Abreu Galíndo, del Orden de el Patríarca San Francísco, hijo de la Provínçía del Andaluçía Año de 1632.

Ancochea, E., Barrera, J.L., Bellido, F., Benito, R., Brändle, J.L., Cebriá, J.M., Coello, J., Cubas, C.R., De la Nuez, J., Doblas, M., Gómez, J.A., Hernán, F., Herrera, R., Huerta, M.J., López-Ruiz, J., Martí, J., Muñoz, M., Sagredo, J. (2004). Canarias y el vulcanismo neógeno peninsular. En J.A. Vera (ed.), *Geología de España* (pp. 637-682). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y Sociedad Geológica de España (SGE).

Arozena-Concepción, M.E., Panareda-Clopés, J.M., Martín-Febles, V. M. (2017). *Los paisajes de la laurisilva canaria*. S/C. de Tenerife: Editorial Kinnamon.

Arozena, M.E., Panareda, J.M., Figueiredo, A. (2019). The footprint of the land-use of the Macaronesian laurel forest landscape: an underestimated driving factor in protected areas. *Revista Bosque*, 40 (3), 299-313. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002019000300299.

Aznar Vallejo, E. (1992). *La integración de las Islas Canarias en la corona de Castilla (1478-1526)*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria, 2ª edición.

Beltrán-Yanes, E. (2000). *El paisaje natural de los volcanes históricos de Tenerife*. Las Palmas de Gran Canaria: Fundación Canaria Mapfre-Guanarteme.

Beltrán-Yanes, E., Dóniz-Páez J., (2009). 8320 Campos de lava y excavaciones naturales. En VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España* (124 pp.). Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Beltrán-Yanes, E. (2017). Los paisajes actuales y del pasado de un espacio de montaña volcánica. *Cuadernos Geográficos*, 56(3), 162-186.

Bertrand, C., Bertrand, G. (2006 [ed. orig. 2002]). *Geografía del Medioambiente*. Granada: Editorial Universidad de Granada.

Bonadonna, C., Pistolesi, M., Biass, S., Voloschina, M., Romero, J. *et al*. (2022). Physical Characterization of Long-Lasting Hybrid Eruptions: The 2021 Tajogaite Eruption of Cumbre Vieja (La Palma, Canary Islands). *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB025302. https://doi.org/10.1029/2022JB025302

Calvet, F., Perez-Torrado, F.J., Travé, A., Recio, C., Cabrera, M.C., Carracedo, J.C., Mangas, J. (2005). Origen de los" beachrocks" de la isla de La Palma, islas Canarias. *Vector Plus*, 25, 73-84.

Campeny, M., Menéndez, I., Ibáñez-Insa, J., Rivera-Martínez, J., Yepes, J., Álvarez-Pousa, S., Méndez-Ramos, J., Mangas, J. (2023). The ephemeral fumarolic mineralisations of the 2021 Tajogaite volcanic eruption (La Palma, Canary Islands, Spain). *Scientific Reports* (en prensa).

Carracedo, J.C., Day, S., Guillou, H., Badiola, E.R. (1996). The 1677 eruption of La Palma, Canary Islands. *Estudios Geológicos*, 52(3-4), 103-114.

Carracedo, J.C., Badiola, E.R., Guillou, H., de La Nuez, J., Torrado, F.P. (2001). Geology and volcanology of la Palma and el Hierro, western Canaries. *Estudios Geológicos*, 57, 175-273.

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.

CEPAL, N. U.-C. (2003). *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los Desastres*.

Day, S.J., Carracedo, J.C., Guillou, H., Gravestock, P. (1999). Recent structural evolution of the Cumbre Vieja volcano, La Palma, Canary

Islands: volcanic rift zone reconfiguration as a precursor to volcano flank instability?. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 94(1-4), 135-167.

Del Arco Aguilar, M. (director) *et al*. (2006). *Mapa de vegetación de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: GRAFCAN.

Del Arco Aguilar, M., Rodríguez Delgado, O. (2018). *Vegetation of the Canary Islands. Plant and Vegetation* (16): Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77255-4.

Dóniz-Páez, J. (2015). La Salida de Campo Geográfica como Metodología Docente: Geoturismo en Volcanes de Tenerife (Islas Canarias, España). En J. Alonso Hernández, D. De la Cruz Sánchez Rodríguez, C. Travieso González (Eds.), *Libro de Actas de las II Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC* (pp. 51-55), Las Palmas de Gran Canaria 12-13 de noviembre.

Dóniz-Páez, F. J. (2021). Geoturismo en geoparques americanos como herramienta de innovación docente en asignaturas de planificación y gestión territorial de destinos turísticos. En AAVV (comp.), *Innovación Docente e Investigación en Arte y Humanidades: Nuevos Enfoques en la Metodología Docente* (pp 837-845). Dykinson S.L.

Dóniz-Páez, J., Németh, K., Becerra-Ramírez, R., Hernández, W., Gosálvez, R., Escobar, E., González, E. (2022). Tajogaite 2021 eruption (La Palma, Canary Islands, Spain): an exceptional volcanic heritage to develop geotourism. 4th International Electronic Conference on Geosciences. MDPI. 1–15 de diciembre.

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

Ferrer-Valero, N., Hernández-Calvento, L., Hernández-Cordero, A.I. (2017). Evolución costera y diversidad geomorfológica en archipiélagos de punto caliente: el caso de las islas Canarias. *Geotemas*, 199-202.

Frutuoso, G. (1964). *Las Islas Canarias («de Saudade da terra»)*. La Laguna: Instituto de Estudios Canarios (pp. 115-116). https://mdc.ulpgc.es/cdm/ref/collection/MDC/id/44064.

Garzón-Machado, V., Del Arco Aguilar, M., Pérez-de-Paz, P.L., Palomares-Martinez, A. (2015). *La vegetación de la Caldera de Taburiente: factores determinantes de su composición florística*. Madrid: Editorial Organismo Autónomo de Parques Nacionales.

Gobierno de Canarias (2023). *Catálogo de Playas y otras zonas de Baño Marítimas de Canarias*.

Goded Merino, A., González Pérez, S., Rodríguez de Vera, C., Eff-Darwich Peña, A. (2022). Volcanologists for a day: an experience with Canarian students. En *Proceedings of the 4th International Electronic Conference on Geosciences*, 1–15 de diciembre. doi: 10.3390/IECG2022-14070

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(3-4), 175-194.

Hansteen, T.H., Klügel, A., Schmincke, H.U. (1998). Multi-stage magma ascent beneath the Canary Islands: evidence from fluid inclusions. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 132(1), 48-64.

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? *Environmental Science & Policy*, 121, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.03.016.

Ley 31/1988, de 31 de octubre, sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del Instituto de Astrofísica de

Canarias. Publicada en el Boletín Oficial del Estado, nº 264, de 3 de noviembre de 1988

Lorenzo Rodríguez, J.B. (2011). *Noticias para la Historia de La Palma*, 4 vols. La Laguna: Instituto de Estudios Canarios y S/C de La Palma: Cabildo Insular de La Palma.

Lorenzo Tena, A. (2010). *Molinos de agua. Historia de los ingenios hidráulicos harineros de La Palma*. Santa Cruz de Tenerife: Ediciones IDEA.

Martínez de Pisón, E. (2009). *La belleza del oficio de Geógrafo.* Madrid: Ediciones UAM, ISBN: 978-84-8344-159-6.

Martínez de Pisón, E. (2014). Prólogo. En F. Allende-Álvarez, L. Galiana-Martín, J. Gómez-Mendoza, N. López-Estébanez, R. Mata-Olmo, P. Molina-Holgado, C. Sanz-Herráiz, *Geografía de los paisajes de España.* Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Marzol-Jaén, M.V. (1993). El clima: rasgos generales. En G. Morales (Dir.; Coord.), *Geografía de Canarias* (pp. 101-116). Las Palmas de Gran Canaria: Editorial Prensa Ibérica.

Marzol-Jaén, M.V., Máyer-Suárez, P. (2012). Algunas reflexiones sobre el clima de las Islas Canarias. *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje,* 29-30, 399-416. http://hdl.handle.net/10553/58655.

Navarro, J. (2007). La arqueología en La Palma desde una perspectiva histórica. *Revista de Estudios Generales de la Isla de La Palma*, 3, 161-186.

Newhall, C.G., Self, S. (1982). The volcanic explosivity index (VEI) an estimate of explosive magnitude for historical volcanism. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 87(C2), 1231-1238. https://doi.org/10.1029/JC087iC02p01231

Núñez De la Peña, J.N. (1847). Conquista y antiguedades de las islas de la Gran Canaria y su descripción: con muchas advertencias de sus privilegios, conquistadores, pobladores, y otras particularidades, en la muy poderosa isla de Tenerife, dirigido á la milagrosa imágen de nuestra Señora de Candelaria. Impr. Isleña regente, M. Miranda.

Organización de Naciones Unidas (2001). Estrategia internacional para la reducción de desastres (EIRD). Plataforma de la Secretaría internacional de recuperación. Planificación de la recuperación.

Reynard, E., Coratza, P., Regolini-Bissig, G. (2009). *Geomorphosites*. Munich, Germany: Verlag Dr. Friedrich Pfeil (pp. 21-34).

Rodríguez, A., Navarro, J. (1999). La industria malacológica de la Cueva del Tendal. *Vegueta*, 4, 75-100.

Romero, C. (1991). *Las manifestaciones volcánicas históricas del Archipiélago Canario*. S/C Tenerife: Consejería de Política Territorial. Gobierno de Canarias.

Rumeu de Armas, A. (1948). *Piratería y ataques navales contra las Islas Canarias*. Madrid: CSIC, Vol. I (pp. 147-158) y Vol. II (pp. 7-25).

Santa-Cecilia Mateos, F. J., García de la Vega, A., Martín Moreno, R. (2021). La erupción del volcán Cumbre Vieja en la Isla de La Palma (2021). El enfoque educativo de un volcán urbano. *Didácticas Específicas*, 25, 7-31.

Severin, D.H., Schweiger, A.H., Hoffmann, S., Beierkuhnlein, C., Hartmann, H., Pickel, T., Jentsch, A. (2019). Spatiotemporal dynamics of plant diversity and endemism during primary succession on an oceanic-volcanic island. *Journal of Vegetation Science*, 30, 587–598. DOI: 10.1111/jvs.12765.

Schmincke, H.U. (2004). *Volcanism*. Ed. Springer Science.

Staudigel, H., Schmincke, H.-U. (1984). The Pliocene seamount series of La Palma (Canary Islands). *Journal of Geophisical Research*, 89, 11195-11215. https://doi.org/10.1029/JB089iB13p11195

Unión Europea, Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Banco Mundial (2015). PDNA. *Evaluación de Necesidades Post-desastre*.

Urgeles, R., Masson, D.G., Canals, M., Watts, A.B., Le Bas, T. (1999). Recurrent large-scale landsliding on the west flank of La Palma, Canary Islands. *Journal of Geophisical Research,* 104, 25331-25348. Paper number 1999JB900243. 0148-0227/99/1999JB 900243509.00.

Van den Bogaard, P. (2013). The origin of the Canary Island seamounts province: new ages of old seamounts. *Scientific Report*, 3-2107. https://doi.org/10.1038/srep02107

Vegas Salamanca, J., Pérez, R.M., Pacheco, A.H. (1999). Los depósitos volcanoclásticos de la Isla de la Palma (Canarias): su relación con la evolución de las Calderas de Taburiente y Cumbre Nueva. *Boletín geológico y minero*, 110(2), 15-38.

Viera y Clavijo, J. (1773) *Noticias de la historia general de las Islas Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Goya-Ediciones. 1950.

Viña-Brito, A. (1997). *Conquista y Repartimiento de La Palma*. Santa Cruz de Tenerife: Búho Ediciones.

Viña Brito, A. (2022). Las jerarquías urbanas en las islas del Atlántico. El ejemplo de La Palma (Canarias). En S.M. Pérez González, M. Asenjo González, D. Alonso García (Coord.), *Ciudades en expansión. Dinámicas urbanas entre los siglos XIV-XVI* (pp. 297-315). Madrid: Dykinson.

Walker, G.P.L. (1990). Geology and volcanology of the Hawaiian Islands. *Pacific Science*, 44, 315-347. http://hdl.handle.net/10125/1287

PÁGINAS WEB

https://www.iac.es/es/observatorios-de-canarias/observatorio-del-roque-de-los-muchachos [14/03/23]

https://www.iac.es/es/divulgacion/ediciones/memoria-grafica-del-iac-2021 [14/03/23]

https://www.cienciacanaria.es/secciones/a-fondo/310-salinas-de-canarias [16/03/2023]

http://info.igme.es/ielig/LIGInfo.aspx?codigo=IC6029 [16/03/2023]

NOTAS

ORGANIZADORES

Universidad de La Laguna

ULPGC · UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Departamento de Geografía e Historia
Universidad de La Laguna

ULPGC
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria | Facultad de Geografía e Historia

Facultad de Humanidades
Universidad de La Laguna

ULPGC
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria | Departamento de Geografía

AGE
Asociación de Geógrafos Españoles

CSIC

Centro de Ciencias Humanas y Sociales

Asociación Española de Geografía Física

GEOGRAFÍA FÍSICA

SIB
Sociedad IberoAmericana de BioGeografía

PATROCINADORES

Gobierno de Canarias

Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial

Viceconsejería de Lucha contra el Cambio Climático y Transición Ecológica

COLABORADORES

COLEGIO DE GEÓGRAFOS CANARIAS

SANTA CRUZ DE LA PALMA

AYUNTAMIENTO
Fuencaliente de La Palma

CABILDO LA PALMA