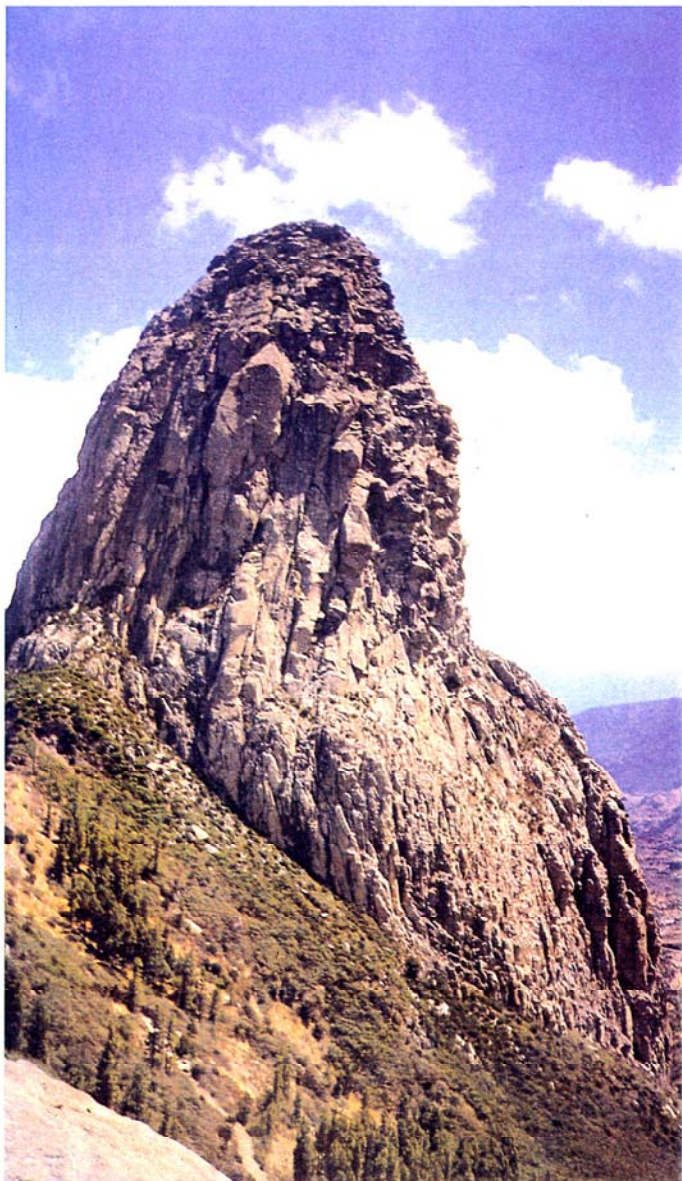




*Roque de Agando, Tenerife.
Foto: Juan Carlos Baquero
Úbeda.*

El Vulcanismo de las Islas Canarias

Al desarrollar la Historia Geológica de España, y al hablar del vulcanismo, destacan las Islas Canarias, no sólo por la importancia que esta actividad ha tenido y tiene en ellas, sino también por constituir uno de los archipiélagos de origen volcánico mejor estudiado del mundo, junto al de Hawai. Por otra parte, las Canarias han suscitado gran interés entre los investigadores, en el campo de la Geología, debido a diversos factores, entre los que cabe destacar:

- Relativa proximidad a Europa.
- Dilatada historia volcánica, que abarca decenas de millones de años, así como la existencia de numerosas erupciones históricas (al menos 18 en los últimos 500 años).
- Presencia de una amplia gama de materiales, formas y estructuras volcánicas, resultado de la actuación de diferentes mecanismos eruptivos.
- Gran variedad petrológica de sus rocas, que abarcan todos los términos posibles de diferenciación dentro de la serie alcalina, estando representados tanto en los depósitos volcánicos como en los equivalentes plutónicos y/o subvolcánicos.

Por todo ello no es de extrañar que, ya desde el siglo XVIII, los más prestigiosos científicos, de cada época, hayan trabajado en estas islas, entre los que puede destacarse las figuras de Charles Lyell, Leopold von Buch, Alexander von Humboldt, etc.

Volcanism in the Canary Islands

If one looks at the Geological History of Spain and talks about volcanism, reference to Canary Islands is inevitable, not only because volcanic activity has and still does play an important role on the Islands, but also because they form one of the best studied volcanic archipelagos in the world, second only to Hawaii. Furthermore, the Canary Islands have roused great interest among Geology researchers for several reasons, which include the following :

- Their relative proximity to Europe.
- Their extensive volcanic history, which covers tens of

millions of years, and the existence of numerous historic eruptions (at least 18 in the last 500 years).

- The presence of a broad range of volcanic materials, forms and structures, as a result of different eruptive mechanisms.
- The great petrological variety of the islands' rocks, which cover all the possible terms of differentiation within the alkaline series, and are represented both in the volcanic deposits and in the plutonic and/or subvolcanic equivalents.

Therefore it is no wonder that the leading scientists of each era, including figures as renowned as Charles Lyell,



Leopold von Buch, Alexander von Humboldt, etc., have worked on these islands ever since the 18th Century.

Geographical setting

The Canary Islands are situated in the north-western sector of the Central Atlantic, in a subtropical position, between latitude 27° 37' and 29° 25' N, and longitude 13° 20' and 18° 10' W. The Canary Islands are some 1,000 km from the Iberian Peninsula, and the shortest distance to the African coast (between Fuerteventura and Cabo Juby) is approximately 100 km.

The archipelago is formed by seven islands (Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, El Hierro, La Gomera and La Palma), four islets (Alegranza, Graciosa, Montaña Clara and Lobos) and a series of *roques* or smaller islets (Roque del Oeste or Roque del Infierno, Roque del Este, Roques de Anaga, etc.). The total surface area of the islands is 7,447 km², very unevenly distributed, because the islands of Tenerife, Fuerteventura and Gran Canaria alone account for more than 70% of this figure. Bathymetric data shows that

Estratovolcán Teide originado durante el Pleistoceno en la Caldera de Las Cañadas (Tenerife).

Foto: José Mangas Viñuela.

Teide stratovolcano, generated during the Pleistocene in Caldera de Las Cañadas, Tenerife.
Photo: José Mangas Viñuela.

Marco geográfico

Las Islas Canarias se localizan en el sector noroccidental del Atlántico Central, en una situación subtropical, entre los 27° 37' y 29° 25' de latitud N, y los 13° 20' y 18° 10' de longitud O. Canarias está a unos 1.000 km de la Península Ibérica, mientras que la distancia menor a la costa africana (entre Fuerteventura y Cabo Juby) es de unos 100 km.

El Archipiélago está constituido por siete islas (Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, El Hierro, La Gomera y La Palma), cuatro isletas (Alegranza, Graciosa, Montaña Clara y Lobos) y una serie de islotes o roques (Roque del Oeste o del Infierno, Roque del Este, Roques de Anaga, etc.). Su superficie total asciende a 7.447 km², muy desigualmente repartidos, ya que sólo entre las islas de Tenerife, Fuerteventura y Gran Canaria ocupan más del 70% de este territorio. Por su parte, los datos batimétricos ponen de manifiesto cómo las diferentes islas constituyen edificios independientes, excepto Fuerteventura y Lanzarote, asentados sobre fondos marinos que, progresivamente, son más profundos hacia el Oeste, donde pueden alcanzar valores de hasta 4.000 m por debajo del nivel del mar.

La mayoría de las islas, a excepción de nuevo de las más orientales Fuerteventura y Lanzarote, se caracterizan por presentar elevadas altitudes, que culminan en su centro, desde donde desciende una red de barrancos. Así, el volcán Pico Teide, en la isla de Tenerife, con una altura de 3.717 m representa la mayor cota de España y supone el tercer volcán oceánico más grande de la Tierra, detrás de los colosos hawaianos Mauna Kea y Mauna Loa. Morfológicamente, por tanto, las islas se asemejan a edificios cónicos de abruptas pendientes, con costas muy acantiladas, sin plataforma continental, abundando más las playas en las islas orientales.

the different islands form independent structures, except Fuerteventura and Lanzarote, which rest upon sea-beds that slope deeper and deeper towards the West, where they are up to 4,000 m below sea level.

Most of the islands, except again for the easternmost islands of Fuerteventura and Lanzarote, are characterised by high altitudes, that end in the centre, and which are surrounded by a series of canyons. The Pico Teide volcano on the island of Tenerife, which 3,717 m high, is the largest point in Spain and is the third largest oceanic volcano on Earth, second only to the giant Hawaiian volcanoes of Mauna Kea and Mauna Loa. Therefore morphologically the islands

resemble cone shaped structures with steep slopes, with cliff strewn coasts, no continental shelf, with more beaches on the eastern islands.

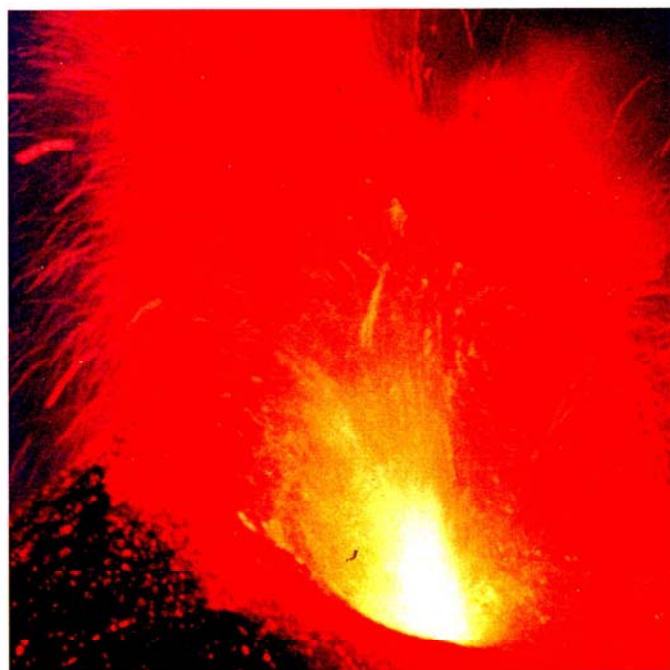
Geodynamic setting

The Canary Islands are located inside the African plate, more specifically in the Atlantic continental margin, which is classified as passive. However, the NW edge of the African Atlantic is none too typical, because far from being geologically passive, it has been subject to intense tectonic and magmatic processes, the existence of the Canary Islands, Cabo Verde and Madeira being fine examples of this.

Marco geodinámico

Las Islas Canarias se encuentran en el interior de la placa Africana, más concretamente en su margen continental atlántico, clasificado como pasivo. Sin embargo, el borde NO del Atlántico africano es atípico, en cierto modo, ya que lejos de ser geológicamente pasivo, ha sufrido intensos procesos tectónicos y magmáticos, de los que son buena prueba la existencia del propio Archipiélago Canario, así como los de Cabo Verde y Madeira.

Desde el punto de vista topográfico, este borde continental, en la zona de Canarias, se caracteriza por un relieve poco acentuado, consecuencia de la intensa acumulación de sedimentos, que viene produciéndose desde las primeras etapas de apertura del Océano Atlántico, hace unos 180 millones de años, de acuerdo con datos paleomagnéticos (Le Pichón y Fox, 1971; Carracedo, 1984; Schmincke, 1982 y 1993).



*Erupción del volcán Teneguía
en Las Palmas.
Foto: Museo Geominero ITGE.*

*Eruption of the Teneguía volcano
in Las Palmas.
Photo Geominero Museum ITGE.*

Caldera de origen
estromboliano-
freatomagmático y
hundimiento, donde se
observa una serie de lavas y
conglomerados del Mioceno, e
ignimbritas pliocénicas en
Bandama (Gran Canaria).
Foto: José Mangas Viñuela.

Caldera of strombolian-
freatomagmatic origin, with
Miocene lavas and conglomerates
as well as Pliocene ash flows, in
Bandama, Gran Canaria.
Photo: José Mangas Viñuela.



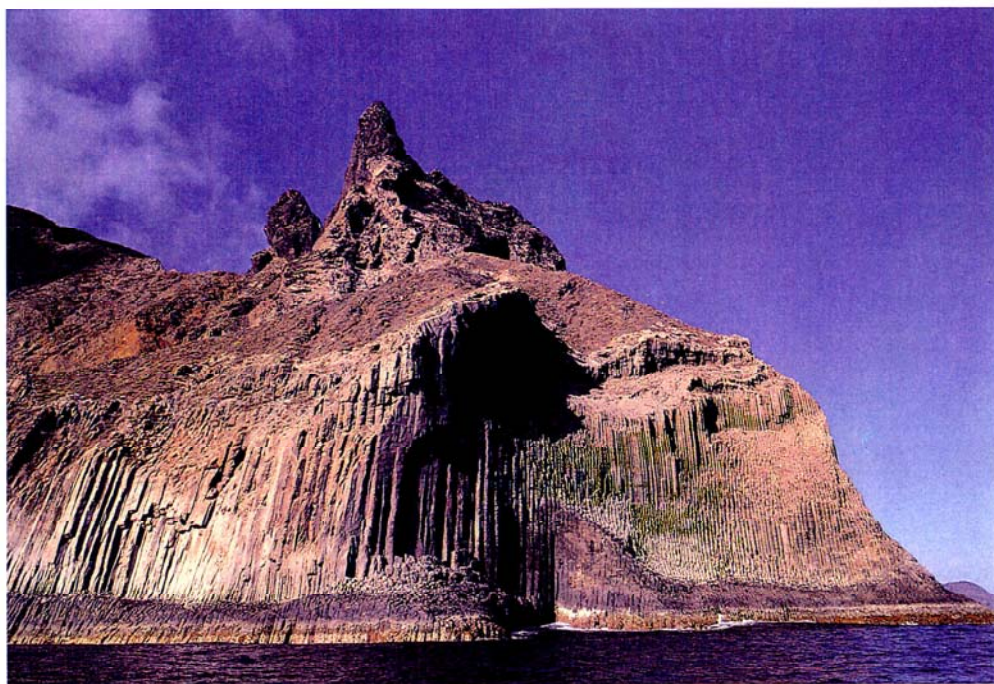
La naturaleza de la corteza bajo las Canarias supone uno de los problemas geológicos más interesantes, y que más esfuerzo de investigación ha suscitado, desde la década de los 60. Los datos geofísicos revelan espesores de corteza inferiores a la típica continental, pero superiores a la típica oceánica (Bosshard y McFarlane, 1970; Schmincke, 1979; Banda *et al.*, 1981; Surinach, 1986; Araña y Ortiz, 1991; Dañobeitia *et al.*, 1994). No obstante, hay que tener en cuenta que, en los bordes continentales, la corteza adopta precisamente un carácter transicional, con parámetros geofísicos intermedios, sin que se sepa aún con certeza cómo se efectúa el tránsito de un tipo a otro de corteza. Estas deficiencias, en definición, se ven agravadas por la presencia de varios kilómetros de espesor de sedimentos, entre las islas orientales y el continente (10-12 km), así como por la presencia de importantes anomalías térmicas, asociadas al vulcanismo activo en esta región.

In topographical terms, this continental edge, in the zone of Canary Islands, is characterised by a fairly flat relief, as a result of sediment having accumulated since the first stages of aperture of the Atlantic Ocean, some 180 million years ago, according to paleomagnetic data (Le Pichón and Fox, 1971; Carracedo, 1984; Schmincke, 1982, 1993).

The nature of the crust below the Canary Islands is one of the most interesting geological problems, and one to which researchers have devoted most attention since the Sixties. Geophysical data shows that the crust is not as thick as the typical continental crust, but thicker than the typical oceanic crust (Bosshard and McFarlane, 1970; Schmincke, 1979,

Banda *et al.*, 1981; Surinach, 1986; Araña and Ortiz, 1991; Dañobeitia *et al.*, 1994). Nevertheless, one should remember that the crust is transitional at the continental edges, with intermediate geophysical parameters, and it is still not certain what type of transition exists between one crust and the other. By definition, these deficiencies are aggravated by the presence of sediment several kilometres thick between the eastern islands and the continent (10-12 km), and by the presence of important thermal anomalies associated to active volcanism in this region.

Unfortunately, the undersaturated alkaline magma typical of the Canary Islands can be associated both to the



Colada basáltica del Plioceno-Cuaternario, desvinculada de la costa por erosión marina en Roque de la Bonanza, isla del Hierro (Santa Cruz de Tenerife).
Foto: Adalberto González del Pino.

Pliocene-Quaternary basaltic flow, separated from the coast due to sea erosion, in Roque de la Bonanza, Hierro (Isla de Santa Cruz de Tenerife).
Photo: Adalberto González del Pino.

*Pitón traquítico de Los
Órganos (La Gomera)
descarnado por la erosión
marina, de edad miocena,
asociado al Complejo Basal de
la isla.*

Foto: Emma Pérez-Chacón
Espino.

*The Miocene trachytic pinnado of
Los Órganos in La Gomera,
associated with the island's
Basal Complex and worn away by
marine erosion.*

Photo: Emma Pérez-Chacón
Espino.

Desafortunadamente, el tipo de magmas alcalinos subsaturados, característicos de las Islas Canarias, puede aparecer asociado tanto a corteza continental como oceánica, incluso de transición (Fitton y Dunlop, 1985). Sin embargo, nunca se han encontrado xenolitos de origen continental, ni siquiera en Lanzarote donde son muy abundantes pero siempre de origen oceánico (Hernández-Pacheco e Ibarrola, 1973; Muñoz y Sagredo, 1974). Por tanto, en la actualidad se acepta una corteza de tipo oceánica para el Archipiélago Canario, aunque no se descarta una de tipo transicional bajo las islas más orientales, Lanzarote y Fuerteventura (Carracedo, 1984; Araña y Ortiz, 1991; Schmincke, 1993).

Otro aspecto destacado, en el marco geodinámico de las Canarias, es la existencia de una serie de directrices estructurales, marcadas en el terreno por alineaciones de diques y edificios volcánicos, que condicionan en gran medida la distribución de su volcanismo. Aunque no existe unanimidad en cuanto a la interpretación de estas directrices, parece evidente la existencia de tres diferentes disposiciones espaciales (Hernández-Pacheco e Ibarrola, 1973; Anguita y Hernán, 1975; Carracedo, 1984, 1994; Araña y Ortiz, 1991; Schmincke, 1993):

- Disposición NE-SO, conocida como «Africana», observable en las islas de Lanzarote y Fuerteventura.
- Disposición NO-SE o «Atlántica», representada en la isla de Gran Canaria.
- Disposición en puntos triples con brazos cada 120°, aproximadamente, conocida como «estrella Mercedes Benz», observable en las islas de Tenerife, La Palma y El Hierro.

Finalmente, la génesis de las Islas Canarias representa otro de los temas más ampliamente debatido, entre la comunidad científica. En la actualidad, son varias las hipótesis que, dentro del marco de la Tectónica de Placas, intentan dar solución a este interrogante. A grandes rasgos pueden dividirse en dos categorías:

continental crust and the oceanic crust, and even to transitional crusts (Fitton and Dunlop, 1985). However, no continental xenoliths have ever been found, not even in Lanzarote where they are very abundant but always of oceanic origin (Hernández-Pacheco and Ibarrola, 1973; Muñoz and Sagredo, 1974). Accordingly, the most-widely accepted theory at present is that the Canary Islands have an oceanic crust, albeit possibly with a transitional type under the easternmost islands, Lanzarote and Fuerteventura (Carracedo, 1984; Araña and Ortiz, 1991; Schmincke, 1993).

Another main geodynamic aspect of the Canary Islands is that there is a series of structural direction lines, marked

on the ground by alignments of dykes and volcanic structures, which to a large extent condition the distribution of their volcanism. Although there is no unanimous opinion vis-à-vis the interpretation of these direction lines, there are clearly three different spatial alignments (Hernández-Pacheco and Ibarrola, 1973; Anguita and Hernán, 1975; Carracedo, 1984, 1994; Araña and Ortiz, 1991; Schmincke, 1993):

- NE-SW or «African» alignments, seen on the islands of Lanzarote and Fuerteventura.
- NW-SE or «Atlantic» alignments, seen on the island of Gran Canaria.
- Triple-pointed alignment with arms every 120°.

- Basadas en la actuación de puntos calientes más o menos modificados (Hoernle y Schmincke, 1993; Carracedo, 1994).
- Basadas en diversos modelos de fracturación del fondo oceánico (Anguita y Hernán, 1975; Araña y Ortiz, 1991).

Construcción de las islas

La evolución de una isla oceánica, de origen volcánico, representa una competición dinámica entre los procesos constructivos (actividad magmática) y los destructivos (erosión y deslizamientos gravitacionales). Sólo unas pocas huellas de esta competición quedan reflejadas en la parte emergida de estas islas, mientras que posiblemente sea en sus «faldas» sumergidas donde se localice la mayor información. Por tanto, aunque la parte visible de los edificios insulares es, con gran diferencia, la más estudiada y mejor conocida, no es, sin embargo, la más importante, ni en volumen ni en interés geológico.

Etapas de construcción submarina

Las formaciones submarinas afloran, en la actualidad, en las islas de Fuerteventura, La Palma y La Gomera, en lo que ha venido denominándose como «Complejos Basales» (Bravo, 1964). Están compuestas por sedimentos (capa superior de la corteza oceánica), sobre los que se disponen potentes secuencias de lavas almohadilladas y depósitos hialoclastíticos, todos ellos intruidos por una densa red de diques y rocas plutónicas. Exhiben un moderado grado de deformación (basculamiento, diversos tipos de fallamiento, etc.), metamorfismo (fundamentalmente regional de bajo grado en facies esquistos verdes, contacto,

approximately, known as the «Mercedes Benz star», seen on the islands of Tenerife, La Palma and El Hierro.

Finally, the origin of the Canary Islands is another issue that sparks off heated debate among scientists. At present several Plate Tectonics theories seek to answer this question, and broadly speaking, they can be divided into two categories:

- Theories based on the action of modified hot spots (Hoernle and Schmincke, 1993; Carracedo, 1994).
- Theories based on several models of fracturing of the ocean bed (Anguita and Hernán, 1975; Araña and Ortiz, 1991).

Construction of the islands

The evolution of an oceanic island of volcanic origin, is a dynamic competition between constructive processes (magmatic activity) and destructive processes (erosion and gravitational creep). Only a few reminders of this competition remain on the emerged part of these islands, whereas the greatest amount of information is probably to be found in its submerged «sides». Therefore, even though the visible part of the island structures is easily the most studied and best known, it is not the most important either in volume nor in geological interest.

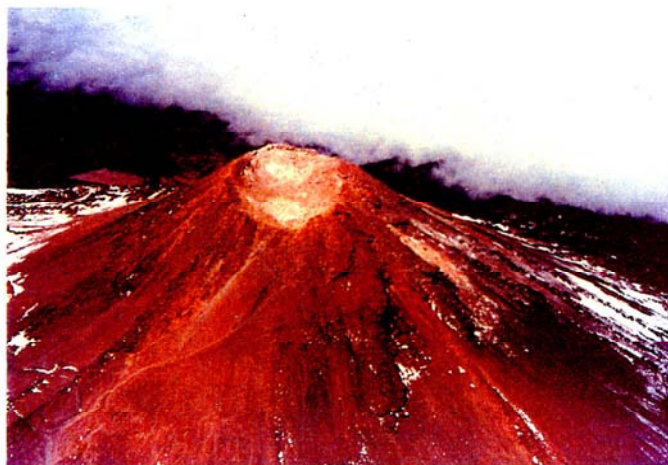
etc.), y de alteración hidrotermal. En general, se disponen en contacto discordante con las formaciones volcánicas subaéreas que las recubren. Estas características indican que el crecimiento de una isla volcánica se debe tanto al apilamiento de depósitos volcánicos, sobre la corteza oceánica, como al gran número de intrusiones que penetran y levantan estos depósitos, y van conformando el núcleo de la isla (Staudigel y Schmincke, 1984). Por ejemplo, en el Complejo Basal de Betancuria, en Fuerteventura, afloran sedimentos pelágicos cretácicos y oligocenos, junto con rocas basálticas alcalinas submarinas e hialoclastitas. Todo ello está intruído por una densa malla de diques y plutones subvolcánicos, de composición variada, datados entre 60 y 12 millones de años (Le Bas *et al.*, 1986). Por tanto, los Complejos Basales deben constituir el basamento de todas las Islas Canarias, si bien son tan independientes entre sí, espacial y temporalmente, como lo son los propios edificios insulares.

En fechas recientes, diversos equipos de investigación, tanto nacionales como internacionales, utilizando diferentes técnicas geofísicas (GLORIA, TOBI, etc.), se están concentrando en el estudio de las «faldas» sumergidas de las diferentes islas. Sus datos ponen de manifiesto la existencia de una clara correlación entre depósitos volcánicos subaéreos y sus equivalentes submarinos, así como la existencia de grandes volúmenes de depósitos de avalanchas y *debris flows*, derivados de la destrucción de los edificios subaéreos.

En este sentido, cabe destacar la campaña de perforación submarina llevada a cabo en 1994, alrededor de Gran Canaria, dentro del programa internacio-

Cráter del estratovolcán Teide.
Presenta actividad fumarólica.
Foto: Museo Geominero ITGE.

Cráter del Teide, estratovolcán de
gran actividad fumarólica actual.
Foto: Museo Geominero ITGE.





Underwater construction stage

Underwater formations are to be seen on the islands of Fuerteventura, La Palma and La Gomera, in what have been called «Basal Complexes» (Bravo, 1964). They are formed by sediments (upper layer of the ocean crust), topped by thick layers of pillow lava and hyaloclastite deposits, all intruded by a dense system of dykes and plutonic rocks. There is a moderate degree of deformation (folding, several types of faulting, etc.), metamorphism (mainly regional with a low level of greenschist facies, contact, etc.), and hydrothermal alteration. In general, they lie in discordant contact with the subaerial volcanic formations that cover them. These features show that a volcanic island grows when volcanic deposits pile up on the oceanic crust, and these deposits are penetrated and raised by and a large number of intrusions, which shape the core of the island (Staudigel and Schmincke, 1984). For example, in the Basal Complex of Betancuria, in Fuerteventura, there are outcrops of

Cretaceous and Oligocene pelagic sediments, together with underwater alkaline basaltic rocks and hyaloclastites. All are intruded by an extensive system of dykes and subvolcanic plutons, of different composition, aged between 60 and 12 million years old (Le Bas et al., 1986). Therefore, the Basal Complexes must form the basement of all the Canary Islands, although in terms of space and time they are as independent of each other as the island structures themselves.

Recently several teams of Spanish and international researchers, using different geophysical techniques (GLORIA, TOBI, etc.), have devoted their attention to studying the submerged «sides» of the different islands. The data obtained shows that there is a clear correlation between subaerial volcanic deposits and their underwater equivalents, and the existence of large volumes of avalanche deposits and debris flows derived from the destruction of the subaerial structures.

In this respect, in 1994 an underwater drilling survey was accomplished in the vicinity of Gran Canaria, as part of

En primer término acantilados de Famara en Lanzarote, (Mioceno). En segundo plano, isla La Graciosa (Cuaternario). Al fondo islotes de Montaña Clara, Alegranza y el Roque del Oeste.
Foto: Ricardo Haroun.

In foreground, Famara cliffs in Lanzarote (Miocene). In middle ground, La Graciosa, a quaternary island. In the background, Montaña Clara, Alegranza and Roque del Oeste islets.
Photo: Ricardo Haroun.

nal ODP (Ocean Drilling Project). En ella se llevaron a cabo cuatro sondeos en las «faldas» situadas al Norte y Sur de la isla y, aunque los resultados de estos sondeos aún no han sido elaborados suficientemente, sus datos preliminares permiten confirmar la presencia de equivalentes distales de todas las formaciones volcánicas subaéreas, junto a depósitos volcanoclásticos derivados de ellas (ODP Leg. 157, 1995).

Etapas de construcción subaérea

En esencia, y haciendo analogía con las Islas Hawai, esta etapa puede dividirse en dos fases o ciclos de actividad volcánica: fase de escudo (*shield* en la terminología anglosajona) y fase post-erosiva.

En la primera fase predomina ampliamente el volcanismo basáltico de tipo fisural, emitiéndose en un lapso de tiempo relativamente corto el grueso del volumen de las Islas. Como ejemplo, en Gran Canaria, en un período que va desde los 14,5 millones de años a los 14,1 se emitieron unos 1.000 km³ de basaltos alcalinos, lo que supone más del 60% del volumen subaéreo total de la isla. Estos valores implican una elevada tasa de emisión, que posteriormente es imposible de reproducir. El resultado de esta fase, de intensa actividad volcánica, es la configuración de grandes edificios volcánicos a modo de escudo, formados por el apilamiento de lavas basálticas, con escasas intercalaciones piroclásticas. La potencia de estas formaciones es considerable, superando con frecuencia los 1.000 metros. Debido a la inestabilidad que el rápido crecimiento de estos edificios volcánicos ocasiona, suelen sucederse fenómenos catastróficos, como son la generación de calderas de colapso (por ejemplo, la Caldera de Tejeda en Gran Canaria) y/o gigantescos deslizamientos de terreno (por ejemplo, El Golfo en El Hierro). Con posterioridad, la actividad volcánica continúa, normalmente con la emisión de magmas muy diferenciados y, por tanto, en erupciones

the international programme ODP (Ocean Drilling Project). Four boreholes were drilled in the northern and southern «sides» of the island and, though the results have not been processed enough yet, the preliminary data confirms the presence of distant equivalents of all the subaerial volcanic formations, together with derived volcanoclastic deposits (ODP Leg 157, 1995).

Subaerial construction stage.

In essence, and in comparison with the Hawaiian Islands, this stage can be divided into two phases or cycles of volcanic activity: shield phase and post-erosive phase.

The first phase is dominated by the fissural type of basaltic volcanism, and most of the volume of the Islands was emitted in a relatively short period of time. For example, in Gran Canaria, in a period from 14.5 to 14.1 million years ago, the volcanoes emitted approximately 1.000 km³ of alkaline basalts, which represents more than 60% of the total subaerial of the island's volume. These figures imply a high rate of emission that was never repeated again. This phase of intense volcanic activity led to large shield-type volcanic structures being formed as the basaltic lava piled up, with very few pyroclastic intercalated beds of pyroclast. These formations are quite thick, often more than 1,000 metres

de carácter más explosivo, tendiéndose a la creación de grandes edificios sálicos, de tipo estratovolcánico, como el actual Teide-Pico Viejo en la isla de Tenerife.

Al final de esta fase se sucede una etapa de inactividad volcánica, en la que sólo los agentes de la geodinámica externa operan en las islas. Esta etapa puede prolongarse durante millones de años, como sucedió en Gran Canaria entre los 8,5 millones de años y los 5,5, aproximadamente.

La siguiente fase, considerablemente menos importante en volumen y más dilatada en el tiempo, se caracteriza por emisiones más puntuales de magmas básicos, con carácter fisural y mecanismos estrombolianos. No obstante, en Gran Canaria esta fase adquiere mayor intensidad, con el desarrollo de un complejo edificio volcánico (el estratovolcán Roque Nublo), que en los estadios finales de su evolución se ve sometido a repetidos fenómenos de deslizamientos gravitacionales.

En la actualidad se cuenta con más de 400 dataciones radiométricas de rocas de Canarias, las cuales permiten precisar las edades de los diferentes edificios subáreos de las islas. De este modo se observa cómo las edades progresan desde el Este del archipiélago, con 20,6 millones de años, mientras que La Palma con 2 millones de años y El Hierro con 1,12 millones de años, constituyen las más jóvenes. Hay referencias de erupciones históricas en Lanzarote, El Hierro, Tenerife y La Palma (con la última erupción del Teneguía en 1971) y algo más dudosa en El Hierro. Además, en los últimos miles de años se tiene constancia de actividad volcánica en Gran Canaria, Fuerteventura y los islotes del Norte de Lanzarote.

Por tanto, y continuando con la analogía hawaiana, las Islas Canarias se pueden dividir en diferentes categorías, atendiendo al estado de desarrollo en el que se encuentran en la actualidad. Así, mientras que Fuerteventura, Lanza-

deep. The instability caused by the rapid growth of these volcanic structures tends to result in catastrophic phenomena such as the generation of collapse calderas (for example, the Caldera de Tejeda in Gran Canaria) and/or gigantic landslides (for example, El Golfo in El Hierro). Later the volcanic activity continued, normally with the emission of very different types of magmas and, therefore, in more explosive types of eruptions, and large salic, stratovolcanic-type structures, such as the Teide-Pico Viejo on the island of Tenerife, were formed.

The end of this phase was followed by a stage of volcanic inactivity, in which only external geodynamic agents operated on the islands. This stage may have lasted millions of years,

as occurred in Gran Canaria between 8.5 and 5.5 million years, approximately.

The next phase, considerably less important in volume yet longer-lasting, was characterised by more specific emissions of basic magmas, fissural in nature and with strombolian mechanisms. However, in Gran Canary Islands this phase was more intense, and resulted in the development of a complex volcanic structure (Roque Nublo stratovolcano) which in the final stages of its evolution has been subject to repeated phenomena of gravitational creep.

At present more than 400 radiometric ages of rocks of Canary Islands have been determined, making it possible to

Nivel marino del Plioceno de la formación detrítica de Las Palmas. Abajo, conglomerados fonolíticos, en medio serie sedimentaria y arriba lavas basálticas almohadilladas.
Foto: María del Carmen Cabrera.

Marine Pliocene detrital formation on Las Palmas. On the lower part phonolite conglomerates, in the middle marine sediment and on the top basaltic pillow lavas.
Photos: María del Carmen Cabrera.



Lavas lisas y cordadas de la erupción holocena del volcán Julán (El Hierro).
Foto: José Mangas Viñuela.

Smooth and corded lavas from the Juan volcano (El Hierro) eruption during the Holocene.
Photo: José Mangas Viñuela.



age the different subaerial structures of the islands. This has shown that ages progress from the East of the archipelago, with 20.6 million years, whereas the youngest are La Palma (2 million years) and El Hierro (1.12 million years). There are references to historic eruptions on Lanzarote, El Hierro, Tenerife and La Palma (with the last eruption of the Teneguta in 1971) and somewhat more doubtful in El Hierro. Furthermore, there is evidence of volcanic activity in Gran Canaria, Fuerteventura and the islets of the North of Lanzarote during the last few thousand years.

Therefore, continuing with the Hawaiian analogy, the Canary Islands can be divided into different categories in

terms of their current state of development. Fuerteventura, Lanzarote and Gran Canaria are in the post-erosive phase, whereas La Gomera is in the middle of an erosive period after the shield phase, Tenerife is in the final episode (post-caldera) of that first phase with the creation of the Teide-Pico Viejo stratovolcanic complex, and La Palma and El Hierro are still in the shield phase. In other words, Fuerteventura, Lanzarote and Gran Canaria Islands are mature islands, La Gomera and Tenerife are starting to approach maturity, and La Palma and El Hierro are typical of immature volcanic islands.

Finally, it is worth mentioning the different marine sedimentary deposits intercalated between volcanic matter,

rote y Gran Canaria están en fase post-erosiva, La Gomera está en pleno período erosivo posterior a la fase de escudo, Tenerife está en el episodio terminal (post caldera) de esa primera fase, con la creación del complejo estratovolcánico Teide-Pico Viejo, y La Palma y El Hierro se encuentran aún inmersas en fase de escudo. Dicho en otras palabras, Fuerteventura, Lanzarote y Gran Canarias muestran rasgos de islas maduras, La Gomera y Tenerife comienzan a alcanzar la madurez, y La Palma y El Hierro son características de islas volcánicas inmaduras.

Finalmente, merece destacarse la existencia de diferentes depósitos sedimentarios marinos, intercalados entre materiales volcánicos. Estos depósitos marinos aportan no solamente datos cronoestratigráficos, sino también una información muy valiosa, desde el punto de vista paleoclimático y de situación de niveles del mar en cada momento. Así, gracias a ellos, se detecta en Canarias la existencia de una importante transgresión pliocena y de varias fluctuaciones cuaternarias, todas las cuales guardan estrecha relación con el vecino margen continental del NO africano (Meco *et al.*, 1997).

These marine deposits not only provide chronostratigraphic data, but also highly valuable paleoclimatic information and about sea levels at each point in time. As a result, a considerable Pliocene transgression and several Quaternary fluctuations have been detected in the Canary Islands, all of which are closely linked to the neighbouring continental margin of the African NW (Meco *et al.*, 1997).