

Islas Chafarinas

La geología de un archipiélago deseado por todos

Los tres islotes que componen al archipiélago de Chafarinas (Congreso, Isabel II y Rey Francisco) constituyen los restos erosivos de un macizo volcánico mio-plioceno. Este territorio, disputado por franceses y españoles en el siglo XIX, ha sido el último en cartografiarse por el IGME, dentro del Plan MAGNA, lo que supone para Chafarinas un hecho histórico que se añade a su ya particular historia como posesión española en el Mediterráneo. Dependen administrativamente del Ministerio de Defensa que ejerce su labor de vigilancia sobre la plaza militar, y además decide el número y época de visitas.

Texto | José Luis Barrera, geólogo (biotita@arrakis.es); Antonio Pineda, geólogo (apineda@eptisa.es)

Fotos | José Luis Barrera, Antonio Pineda

Palabras clave

Chafarinas, vulcanismo neógeno, Melilla

Desde el año 1848, las islas Chafarinas pasaron a ser de dominio español, tras haber sido utilizadas durante largo tiempo como apostadero por piratas y refugio de navegantes. A partir de esa fecha, fueron utilizadas como prisión de políticos y militares desterrados, entre los que se encontraban varios independentistas cubanos.

Poco a poco se llegaron a convertir en una verdadera población de más de mil personas, con iglesia propia que registraba nacimientos, matrimonios y defunciones. Actualmente sólo quedan algunas edificaciones abandonadas u ocupadas por militares, y otras tantas en ruinas. Un destacamento militar del Grupo de Regulares de Melilla, compuesto por unas 30 personas al mando de un teniente, permanece de manera constante en la isla de Isabel II.

De las islas Chafarinas muchas personas lo desconocen casi todo, como que, por sólo seis días de diferencia, son de dominio español y no francés. Cuando se les pregunta por ellas, lo más que llegan a decir es que están en África —no suelen saber su posición exacta— y que hay una película que se llama *Morirás en Chafarinas*. También aciertan a decir algunos que allí había una foca monje llamada *Peluso* que desapareció y nunca más se supo de ella. Los más estudiosos



Figura 1. Iglesia de la Purísima Concepción en la isla de Isabel II.

en temas de biodiversidad llegan incluso a decir que en Chafarinas hay una de las pocas colonias mediterráneas de gaviotas de pico rojo, la *gaviota de Audouin*.

La realización de la cartografía geológica de las islas, a escala 1:10.000 (Pineda, 2003), pone de manifiesto que los tres

islotes debieron ser un solo macizo volcánico en su origen, pero la erosión posterior y los cambios en el nivel del mar, las configuraron como se encuentran actualmente.

A pesar del interés que hay por la biodiversidad de las islas, muy poco se

conocía de su geología. Por esa razón, la intención de este artículo es la de comunicar al público las características tan singulares que tiene este pequeño archipiélago, tanto desde el punto de vista geográfico como geológico. Igualmente se plantea la pregunta lógica en este contexto geográfico: ¿este macizo volcánico estuvo unido al continente, o surgieron en la plataforma marina?

Pero Chafarinas es algo más que geología y biología, pues al interés medioambiental se unen otros aspectos culturales como: el yacimiento neolítico de hace 4.500 años a.C., existente en la isla del Congreso, y una de las iglesias más antiguas del norte de África (figura 1), construida entre 1851 y 1853, en la isla de Isabel II.

Situación y rasgos geográficos

Las islas Chafarinas constituyen un pequeño archipiélago con una superficie total de 0,75 kilómetros cuadrados, que se localizan en la parte suroccidental del mar de Alborán. Toman su nombre del término árabe Xafarin (que denomina, de forma general, a delincuentes y criminales, ya que las islas sirvieron como refugio de piratas y malhechores antes de la llegada de los españoles). Los franceses las llamaron Zaffarines, o Djaferin, en lengua tamazigh (bereber). En diferentes cartas figuran con otros diversos nombres como: Yezirat Meluia, Yezirat Quebdan, Shaffarin, Yasfárin, Zafarin, Quebdana, Farines, Chiafarina, Aljafarinas o islas de Maluía.

Chafarinas son tres abruptos islotes de naturaleza volcánica situados entre los paralelos 35° 10' y 35° 11' de latitud norte, y los 2° 24' y 2° 27' de longitud oeste,



Figura 2. Vista aérea de la isla del Congreso (Fuente: GEORAMA).



Figura 3. Vista aérea de la isla de Isabel II (Fuente: GEORAMA).

denominados, de oeste a este, Congreso (Tenenfa para los rifeños), Isabel II (roca Kebdana, para los rifeños) y Rey Francisco (figuras 2, 3 y 4), los mismos nombres que se les dio en el momento de la ocupación. Solamente hay construcciones en la isla de

Isabel II que es, además, la única que tiene un puerto de atraque para barcos medianos y pequeños (figura 5).

El archipiélago se encuentra a 48 kilómetros al este de Melilla, a 3,2 kilómetros de la



Figura 4. Panorámica de la isla Rey Francisco desde la isla de Isabel II.



Figura 5. Vista del puerto de Isabel II y puerta de entrada al recinto habitado.

costa este de Marruecos, enfrente del Cabo de Agua (*Ras el Maa*) (figura 6), y a 11 kilómetros al NO de la desembocadura del río Muluya, muy próxima a la frontera entre Marruecos y Argelia. Los terrenos son de titularidad pública y, desde 1982 (Real Decreto 1115/1982, de 17 de abril), constituyen el Refugio Nacional de Caza de las Islas Chafarinas.

Según los datos batimétricos, estos islotes se encuentran en el borde de una amplia plataforma marina de poca profundidad (entre 10-15 m), en la que existe un promontorio muy marcado en la parte norte del canal entre Congreso e Isabel II, denominado La Lajita, que son los restos submarinos de otro relieve volcánico situado actualmente a tan sólo 4 metros de profundidad. La disposición de las curvas batimétricas muestra que la isla del Congreso y La Lajita constituyen una unidad morfológica, y las islas de Isabel II y Rey, otra distinta. El canal entre ambas unidades se presenta con profundidades progresivamente crecientes hacia el norte, como si fuera un antiguo valle fluvial sumergido.

En el límite norte de la plataforma marina, las paredes rocosas descienden verticalmente desde los 12 hasta los 50 m. Los freus o canales que separan los islotes tienen una profundidad escasa (25 m entre Congreso e Isabel II, y 10 m entre Isabel II y el Rey), lo que sugiere que todo el conjunto constituye un gran macizo volcánico. Las corrientes marinas costeras que se desplazan en sentido oeste arrastran, desde la proximidad del río Muluya, una gran

cantidad de sedimentos a los fondos chafarinos, habiendo sido los responsables de la creación del fondo de fango hoy existente. La intensa acción marina ha deteriorado mucho la forma original de los relieves volcánicos, reduciendo sustancialmente la superficie original, sobre todo en la isla del Congreso.

Debido a su condición de aislamiento y su configuración rocosa, es uno de los lugares preferidos por ciertas especies de aves consideradas, hasta hace poco, en peligro de extinción: la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*), el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), el ave rapaz con mayor peligro de desaparición de todo el territorio español dada su extrema sensibilidad a la presencia humana, y la gaviota de Audouin o de pico rojo (*Larus audouinii*). Por estas circunstancias, en 1989, se le designó Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).



Figura 6. Vista aérea de Cabo de Agua en la costa marroquí, con las islas Chafarinas en su prolongación (fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Islas_Chafarinas).

El clima es de tipo mediterráneo con una temperatura media anual de 16°C y una precipitación anual de 300 mm. Este carácter árido, la influencia del mar y los vientos hacen que no existan árboles más que los plantados por el hombre, siendo su vegetación dominante la formada por matorrales adaptados a estas condiciones y vegetación herbácea.

En las tres islas existen multitud de pequeñas fortificaciones y casamatas (figura 7), así como dos viejos cañones de artillería de costa Ordóñez, emplazados en la isla de Isabel II, que recuerdan el pasado fortificado de estas islas.

Llegar actualmente a las islas tiene su dificultad. La autorización del viaje la tiene que conceder el Ministerio de Defensa y, una vez concedida, es el organismo autónomo Parques Nacionales el que realiza el traslado en su barco (figura 8). Ya en las islas, hay varios lugares para alojarse de manera sencilla: el más común, si no está completo, es la estación biológica que tiene Parques Nacionales en la isla de Isabel II (figura 9); también está disponible, ocasionalmente, las habitaciones del faro y, por último, algún pequeño espacio del resto de edificaciones que hay allí.

Su pequeña gran historia

Las Chafarinas es un archipiélago que, por su localización tan estratégica, nunca ha pasado desapercibido para ninguna de las

importantes civilizaciones que colonizaron el Mediterráneo. Aparece representado en varios planos que incluían la ciudad de Melilla, prácticamente desde su conquista en 1497.

Los romanos ya las conocían

Probablemente, las islas Chafarinas son las "Ad tres Insulae" del itinerario romano del siglo III d.C., *Itinerarium Antonini*. Los romanos daban el nombre de Itinerarium a las descripciones de las carreteras y caminos de su Imperio. En estas descripciones figuraba la lista de poblaciones que debían atravesarse, la duración del trayecto, y las mansiones o lugares en los que el viajero podía detenerse y encontrar alojamiento. El *Itinerarium Antonini Augusti* es uno de los más famosos y, a pesar de su nombre, no parece tener relación con el emperador Antonino Pío sino más bien con Marco Aurelio Antonino, conocido por Caracalla, que gobernó Roma del 211 al 217, y en cuyo tiempo se empezó a compilar dicho itinerario.

Los árabes las denominaron *Yesirat Muluya* (islas de Muluya, en referencia a su cercanía al río del mismo nombre) para posteriormente llamarlas *Yesirat Quebdana* (islas de Quebdana).

Los españoles conocíamos su existencia desde hacía siglos, pero hubo que esperar hasta 1743 para que fueran reconocidas oficialmente por el general de la Armada, marqués de la Victoria, al mando del navío *San Fernando*. Poco años después, en 1786, el almirante Vicente Tofiño efectuó trabajos cartográficos en la costa africana.

Las islas fueron siempre un importante refugio de navíos cuando los temporales, tanto de levante como de poniente, azotaban las costas norteafricanas. En Chafarinas se refugió la escuadra española durante el asedio de Melilla de 1774-1775 por el sultán marroquí Muley Mohamed. Sin embargo, a pesar de ser conocidas desde la antigüedad, permanecieron como *res nullius* (tierra de nadie) hasta la toma de posesión española ocurrida a mediados del siglo XIX.

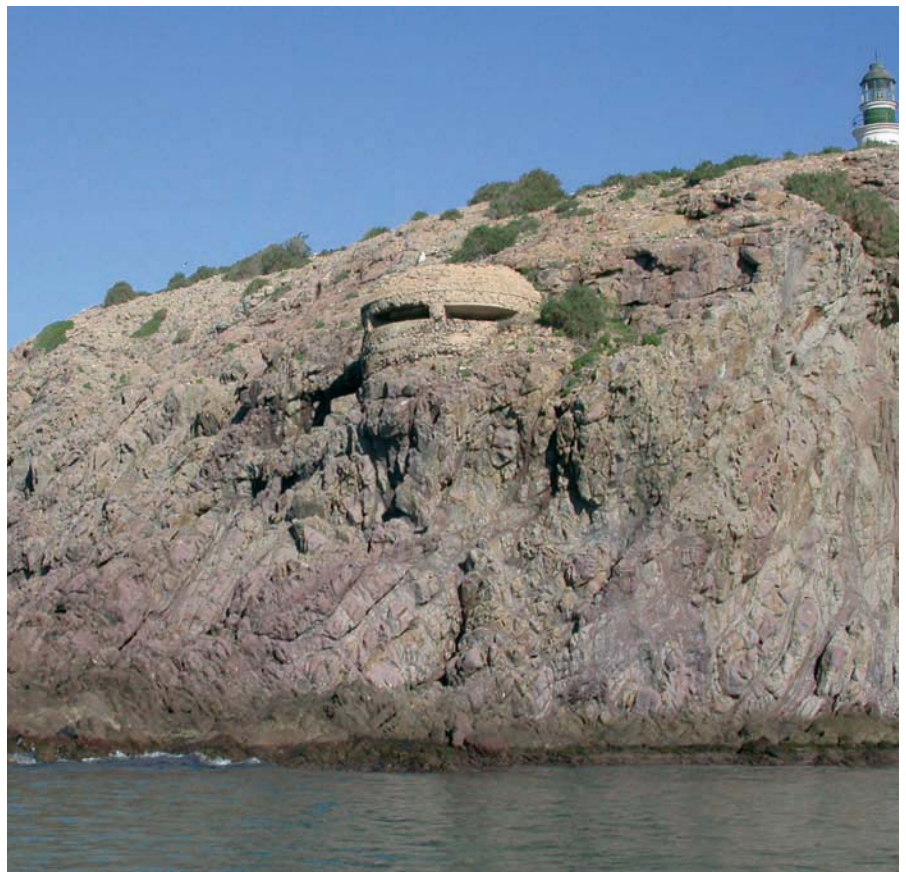


Figura 7. Casamata en la costa oeste de la isla de Isabel II.



Figura 8. El barco Zafarin, de Parques Nacionales, trasladando a los técnicos de Melilla a Chafarinas. Sentado, con gorra blanca, Angel Martín-Serrano; de pie y con niqui amarillo, José Luis Barrera; de pie y con niqui rosa, Roberto Rodríguez.

El Gobierno español ordena tomar posesión de Chafarinas, en 1847

Ante la política expansionista colonial de Francia en el norte de África, en la década de los años treinta del siglo XIX, concretamente en la zona de la Argelia actual, el Gobierno español decidió

reforzar su presencia en esta zona. En el verano de 1831, los franceses ocuparon el enclave de Orán, hasta entonces en poder de los turcos, y construyeron un moderno puerto y una base naval desde la que comenzaron su expansión hacia el oeste. Este hecho hizo que la opinión pública española manifestara la necesidad de que



Figura 9. Casa de la estación biológica de Parques Nacionales en la isla de Isabel II, donde se alojan los visitantes.

España guardara las puertas de África, afianzando nuestra soberanía sobre las plazas norteafricanas de Ceuta y Melilla. Chafarinas constituía un buen refugio y fondeadero para los barcos, sin peligro de que las anclas fallaran fácilmente, además de ser un lugar estratégico para la vigilancia del estrecho y de la zona argelina. También se consideraba en aquella época que podría ser una plaza principal de la influencia española en Marruecos y un puerto militar avanzado de la plaza de Melilla. Esas fueron las razones políticas y estratégicas por las que el Gobierno español decidió la ocupación de Chafarinas.

Los primeros reconocimientos militares con el propósito de ocuparlas se realizaron en 1844 por el capitán Luis Hernández Pinzón y, al año siguiente, por el brigadier de ingenieros Miguel de Santillana. En 1845, el Gobierno solicitó información sobre la propiedad de las islas a la Real Academia de la Historia. En base a estas informaciones y tras las noticias que llegaron al Gobierno, a través de un espía, de que los franceses pretendían ocupar las Chafarinas. El 26 de junio de 1847 se dio la orden al general Francisco Serrano para que hiciera los preparativos y las ocupara lo antes posible, anticipándose a las intenciones

de los franceses. Se trataba de poner límite a la expansión del territorio argelino hacia el oeste, y que una potencia europea frenase la política expansionista de Francia en el norte de África. En aquellos momentos, España estaba regida por la joven reina Isabel II (tenía 18 años), vivía en pleno romanticismo literario y político, y Narváez presidía el Consejo de Ministros.

En los informes oficiales de la época (SGE, 1848) se decía, entre otras cosas, que “por algunas señales que se advierten en las hendiduras de las piedras hay probabilidades de encontrar agua potable”. Esa suposición resultó ser falsa pues en ninguno de los islotes hay agua. También, como una intención prioritaria estaba la de cerrar con espigones los dos freus que hay entre las islas para proteger aún más la rada sur de las mismas y favorecer la comunicación entre ellas. En la *figura 10* se puede ver el mapa con una parte de ese proyecto que se pretendió llevar a cabo, unos años más tarde de la toma de posesión (CGE).

Esta no fue la primera vez que un Estado pretendía ocupar las Chafarinas. Ya en 1777, la joven república americana, durante las negociaciones para la independencia americana sostenidas en

París, y a instancia del gobierno francés —concretamente del barón de Rullecourt— se planteó tomar las islas y construir una base naval, con la ayuda de Francia. Rullecourt fue autorizado para fortificar y defender las islas, y para levantar y luchar bajo la bandera americana. Él y sus oficiales deberían nacionalizarse americanos. Al final, el plan no se llevó a cabo.

El general Serrano ocupa Chafarinas, en 1848

El gobernador de la plaza de Melilla, el 22 de noviembre de 1847, dio parte de que el vapor de guerra francés *Veloz* había estado en Chafarinas y que, según noticias que le llegaban, el Gobierno francés pretendía contratarlas al emperador de Marruecos. Rápidamente, el Gobierno español, por R.O. de 10 de diciembre de 1847, dispuso que fueran ocupadas las islas y puso a disposición del capitán general de Granada dos vapores de guerra, un escuadrón de Caballería, un batallón de Infantería y otro hijo de Ceuta. También se sumaron otro vapor, un Pailebot¹ y un falucho de guerra; una batería de montaña, los confinados de oficio que hubiese en las cárceles de Granada y Málaga, una compañía del regimiento de Ingenieros y dos *blokaus*. El carácter activo y enérgico de Serrano le llevó a organizar rápidamente la expedición y, sin esperar mucho tiempo, salió de Granada hacia Málaga el 19 de diciembre llegando al puerto el 21. En la madrugada del 4 de enero de 1848, el general Francisco Serrano y Domínguez (*figura 11*), de 38 años, siendo capitán general de Granada, zarpó del puerto de Málaga con una escuadrilla de barcos de guerra formada por el *Piles*, *Vulcano*, *Isabel II* y *Flecha*, a la que le acompañaba un convoy de transportes con 550 hombres de desembarco, así como fuerzas de artillería e ingenieros, material de fortificación, municiones, agua y víveres. La noche del día 5, después de una travesía difícil por el temporal, la expedición se reorganizó en Melilla y, a las 9 horas del 6 de enero de 1848, Serrano desembarcó en Chafarinas

¹ El nombre del “Pailebot” viene del inglés *pilot boat*, es decir, de las famosas goletas francas americanas.

tomando posesión de las islas en nombre de la Reina Isabel II, pocos días antes de que lo intentara el almirante francés Muchez, procedente de Orán. Todo el desembarco de material se hizo muy penoso debido a los temporales que azotaron la zona durante varios días. El mal tiempo era de tal magnitud que una mañana aparecieron nevadas las cumbres de la costa marroquí. Pasados varios días, y después de comprobar que las islas estaban bien guarnecidas, Serrano las dejó bajo el mando de un gobernador, el coronel de carabineros don Vicente Llardulla, que dependía del de Melilla, y regresó a Málaga.

La ocupación supuso un nuevo enfrentamiento diplomático, al que se fueron sumando, en los años posteriores, los permanentes ataques de los marroquíes a las posesiones españolas de Ceuta y Melilla. Esta situación desembocó en la guerra entre España y Marruecos, de 1860, que terminó con la victoria española

en Wad-Ras y la firma de la paz de Tetuán, el 26 de abril, por la que se ampliaban los términos jurisdiccionales de las posesiones españolas en territorio norte-africano, sobre todo en Melilla. Ese debió ser el momento en que el Gobierno decidió la construcción del puerto de Chafarinas, tal y como figura en el proyecto de la *figura 10*.

Las Chafarinas en el siglo XX

A principios del siglo XX, Chafarinas también pasó a la historia por ser el objeto de estudio de la primera tesis doctoral leída sobre el medio natural africano. Luis Descansa Casares, farmacéutico militar destinado en el hospital de Chafarinas, entre septiembre de 1900 y 1901, herborizó el material necesario para defender su tesis en la Universidad Central (Madrid).

Igualmente, desde principios de siglo, el archipiélago continuó siendo refugio de barcos ante los temporales del Mediterráneo.

Así, el 7 de marzo de 1905, en plena guerra ruso-japonesa, la 2ª Escuadra rusa del Pacífico se presentó, en medio de un fortísimo temporal de Levante, en las islas Chafarinas para refugiarse. La escuadra, con averías en varios de sus buques, estaba compuesta por un acorazado (buque Insignia),



Figura 11. Retrato del general Francisco Serrano.



Figura 10. Mapa con el proyecto para la formación de un puerto en las islas Chafarinas. Año 1860/80 (Fuente: España. Ministerio de Defensa. Archivo cartográfico y de Estudios Geográficos del Centro Geográfico del Ejército).



Figura 12. Cantera abierta en la costa este de la isla de Isabel II que suministró de material para la construcción del puerto y el dique.



Figura 13. Restos del dique de unión entre las islas de Isabel II y Rey Francisco. Al fondo, la isla de Rey Francisco.



Figura 14. Fotografía del geólogo Salvador Calderón.

un crucero acorazado y tres acorazados costeros, a los que acompañaban cuatro transportes de tropas, tres buques carboneros y cuatro contratorpederos. Como quiera que España permanecía neutral en este conflicto, a pesar de la amistad personal entre el rey Alfonso XIII y el zar ruso, el ayudante de marina de las islas comunicó al buque *Insignia* que, según la legislación internacional vigente, no podrían estar más de veinticuatro horas en el puerto, bajo amenaza de ser internados. El almirante Niebogotov solicitó la ampliación de ese plazo para poder reparar con seguridad las averías, concediéndosele ocho horas más. A las 20 horas del día 8, salía la escuadra rusa rumbo al canal de Suez.

Semanas más tarde, los japoneses vencieron a los rusos y hundieron varios de sus buques.

Desde finales del siglo XIX se proyectó la unión de la isla de Rey Francisco con la de Isabel II a través de un dique —como se puede comprobar en el proyecto de 1860 (figura 10)—. La construcción se inició en 1893 por los ingenieros militares aunque lo terminaron los civiles.

Algunos detalles de la construcción del puerto de Chafarinas los conocemos a través del ingeniero Becerra Fernández (1907 y 1911). El pequeño puerto y dique de unión entre Isabel II y la isla del Rey lo proyectó Becerra (el mismo que construyó el puerto de Melilla), en 1905, terminándose en 1911. El principal problema para su construcción fue la escasez de recursos económicos (crisis de 1898) a los que debía adaptarse la obra sin perder de vista las dificultades técnicas del lugar (temporales, etc.). La primera subasta para la construcción del puerto se realizó en enero de 1906, quedando desierta. Hasta septiembre de 1906, no se contrataron las obras civiles, junto con las del puerto de Melilla, a la Compañía Transatlántica, que no logró terminarlas. Previamente, en enero de 1906, la obra se empezó por Administración, desplazándose 53 obreros con dos capatazas a la isla de Isabel II, para comenzar el desbroce de la cantera de roca, en la costa este (figura 12). En abril de ese año, los obreros llegaron casi a 100 y se comenzó la construcción del dique del NE. La arena se sacó de playa Larga, en el sur de la isla del Congreso, por ser la única de todo el archipiélago que presentaba ese material. Para la obtención de la cal no se utilizaron las costras calcáreas de las islas, por ser poca la cantidad, sino que se trajo directamente de Melilla. A partir de abril de 1911, la construcción se terminó por Administración, al rescindirse el contrato con la Compañía Transmediterránea. El dique entre Isabel II y la isla del Rey duró poco tiempo ya que fue destruido por un temporal el 12 de marzo de 1914 y, desde entonces, no se ha vuelto a reconstruir (figura 13).

La isla de Isabel II llegó a albergar una importante población (poco más de 1.000 personas), y durante las guerras de Marruecos, a comienzos del siglo XX,

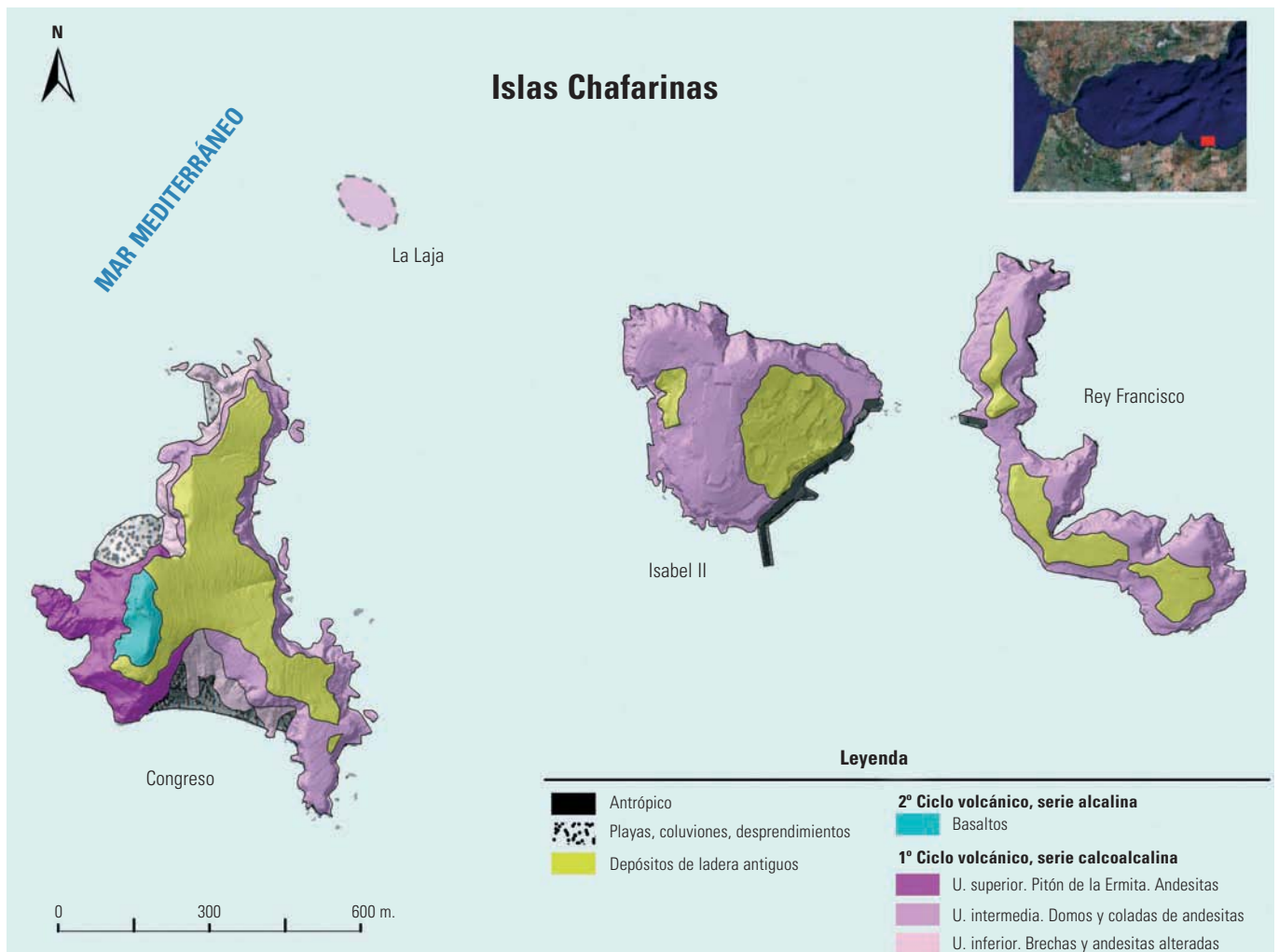


Figura 15. Mapa geológico de las islas Chafarinas (adaptado de Pineda, 2003).

servió de hospital para los heridos de las campañas del Rif así como prisión para los rebeldes de las cabilas rifeñas. Con el fin del Protectorado, en 1956, la población fue decreciendo paulatinamente.

En la década de los ochenta, la guarnición militar de la isla fue numerosa, llegándose a trasladar hasta una compañía entera, llevándose los oficiales sus mujeres e hijos, para los cuales existían dos escuelas y toda clase de servicios.

Las islas nunca han tenido agua dulce y el suministro se hace actualmente mediante buques aljibe de la Armada. La electricidad proviene de generadores.

La historia de los estudios geológicos de Chafarinas

Han sido escasos los estudios geológicos realizados en las islas Chafarinas desde su toma de posesión hasta la actualidad.

Su lejanía, dificultad de traslado y la difícil logística local han impedido históricamente el estudio sistemático de su pequeño territorio.

Las primeras informaciones geológicas

Las primeras informaciones geológicas sobre las Chafarinas se deben al geólogo francés Charles Vélain (1845-1925) que las publicó en 1874. Fueron el resultado de un viaje que realizó por la costa norteafricana, entre el cabo de Agua (Marruecos) y el cabo Negro (Túnez), formando parte del equipo de científicos que participó en la campaña hidrográfica por el norte de África del barco francés *Narval*, al mando del almirante Mouchez. Este almirante había solicitado la presencia de un geólogo en su equipo científico y Vélain fue recomendado por el naturalista Lacaze-Duthiers (sucesor de Cuvier en la cátedra de París), Herbert y G. A. Daubrée (geólogo).

De oeste a este, Vélain hizo observaciones en los islotes de Chafarinas, Rachgoun, Habibas, La Plana, las tres en Argelia, y La Galita, en Túnez. Mouchez tenía el encargo del Ministerio de Marina francés de realizar la hidrografía de las costas argelinas, y había requerido llevar a bordo a un geólogo que pudiera completar los estudios geológicos de la línea de costa. Para Vélain, las Chafarinas estaban formadas esencialmente por *traquita granitoide de color violáceo, con grandes cristales hexagonales de mica bronceada*, que está cubierta por un travertino. Estas primeras observaciones se hicieron sin estudios petrográficos, por lo que la descripción litológica fue sólo aproximada. Lo que llamó *traquita granitoide* es la andesita biotítica alterada que es la roca dominante en las islas.

En el año 1894, el geólogo español Salvador Calderón (figura 14), en su



Figura 16. Venas silíceas cortando a las andesitas.

calidad de experto en petrografía, recibe unas muestras de las islas que le envía el farmacéutico militar destinado en ellas, Miguel Iborra, con el fin de que las estudie microscópicamente. Este fue el primer estudio petrográfico que se hizo de las rocas del archipiélago. Calderón da una clasificación petrológica que se aproximó mucho a la actual, aunque no estableció ningún tipo de cronoestratigrafía, ya que resulta bastante difícil poder hacerla sin haber ido el campo. Petrográficamente distingue cuatro tipos de rocas volcánicas: andesitas compactas oscuras, andesitas compactas rojizas, escorias y tobas. También menciona la existencia de capas de calizas compacta en Isabel II y la isla del Rey, que las supone, erróneamente, de origen marino. Su mayor acierto fue afirmar que la litología volcánica de las Chafarinas era similar a la que había en el SE español, y que su vulcanismo pertenecía a las erupciones desarrolladas en la zona de plegamiento que rodea, de manera casi continua, la cuenca del Mediterráneo. Sin embargo, el hecho de no existir bombas o lapillis en todo el archipiélago y la existencia de "sus" calizas marinas le llevó a concluir equivocadamente que las islas eran de origen submarino.

Los estudios en el siglo XX

A principios de julio de 1905, las Chafarinas reciben, durante ocho días, al primer geólogo español que pisa su suelo: Lucas Fernández Navarro (1869-1930), catedrático de Cristalografía de la Universidad Central. Fernández Navarro las visitó en viaje de estudios dentro de una expedición más



Figura 17. Panorámica de la costa acantilada oeste de isla del Congreso, en la playa de la Sangre (Fuente: GEORAMA).



Figura 18. Panorámica de la costa acantilada en la punta del faro de la isla del Congreso. La parte alta corresponde con un manto de andesitas de la unidad superior (Fuente: GEORAMA).

amplia por las posesiones españolas del norte de África. El resultado de esa expedición fue publicado tres años más tarde en las Memorias de la RSEHN (Fernández Navarro, 1908), con importantes avances petrológicos y estructurales sobre las observaciones realizadas por Calderón. En la cima de la isla del Congreso, menciona por primera vez la existencia de basaltos. En la cantera de Isabel II reconoce que la isla está compuesta casi exclusivamente por una andesita rojiza. Entre sus observaciones también menciona una red póstuma de pequeñas venas silíceas ± carbonatos (calcita, ankerita y psilomelana) y óxidos de Fe-Mn que atraviesan sólo las andesitas. Uno de sus aciertos está en definir a la isla del Rey como un domo volcánico. También

reconoció en las islas tres niveles volcánicos: uno inferior, compuesto por andesitas sin mica; un segundo de andesitas azuladas (en estado fresco) micaceo-anfibólicas, y un nivel superior de basaltos. Observó también que, en las partes altas de Isabel II y el Rey, la serie volcánica estaba cubierta por un travertino calizo. En contra de la opinión de Calderón, consideró, muy acertadamente, que las Chafarinas no eran de origen submarino sino un resto erosivo de un macizo volcánico de importancia mucho mayor.

En la primera mitad de 1921, el interés minero en la zona del protectorado español de Marruecos, principalmente en la zona de Melilla donde la Compañía Española de Minas del Rif explotaba los

yacimientos de hierro, era muy alto. En este contexto, el ingeniero de minas Agustín Marín viaja a Chafarinas y recolecta muestras volcánicas de los tres islotes, dentro de los estudios geológicos que hacía en el protectorado español la Comisión de Estudios Geológicos de Marruecos (Marín, 1921). Sorprende de este autor que no cite, en los antecedentes geológicos, el buen trabajo del geólogo Fernández Navarro y considere sólo el de Calderón que, sin duda, es bastante más incompleto e impreciso. Desde el punto de vista petrológico y estratigráfico, Marín no hace prácticamente ninguna aportación nueva pues su afirmación de que las tres islas constituyeron un macizo único ya lo había dicho Fernández Navarro.

En 1998, un grupo de geólogos y biólogos de las universidades de Huelva y Sevilla publican un estudio del Medio Físico del archipiélago, en el que hacen un estudio geológico más completo que los anteriores. Aportan, por primera vez, un informe estructural de la fracturación frágil y de las estructuras de flujo magmático en las tres islas. También realizan un estudio petrográfico bastante completo, en el que concluyen que la mayoría de las rocas aflorantes en el archipiélago son andesitas piroxénicas. En la cima de la isla del Congreso describen, como ya lo hicieran los autores anteriores, basaltos. Igualmente hacen referencia a la existencia de enclaves pequeños de rocas plutónicas o de fragmentos no volcánicos. También a este mismo grupo de técnicos se debe la primera cartografía geológica del archipiélago realizada para el organismo autónomo Parques Nacionales (http://www.mma.es/parques/centasoc/img/geologia_chafarinas.jpg).

Los últimos estudios geológicos

Hasta hace sólo cuatro años, las islas Chafarinas carecían de la geología oficial elaborada por el Plan MAGNA. De hecho, junto a Ceuta, Melilla y resto de peñones españoles del norte de África, ha sido el último territorio de soberanía española en ser cartografiado geológicamente.

En septiembre de 2003 se programó la primera campaña de campo a Chafarinas.



Figura 19. Vista del acantilado en la costa noreste.

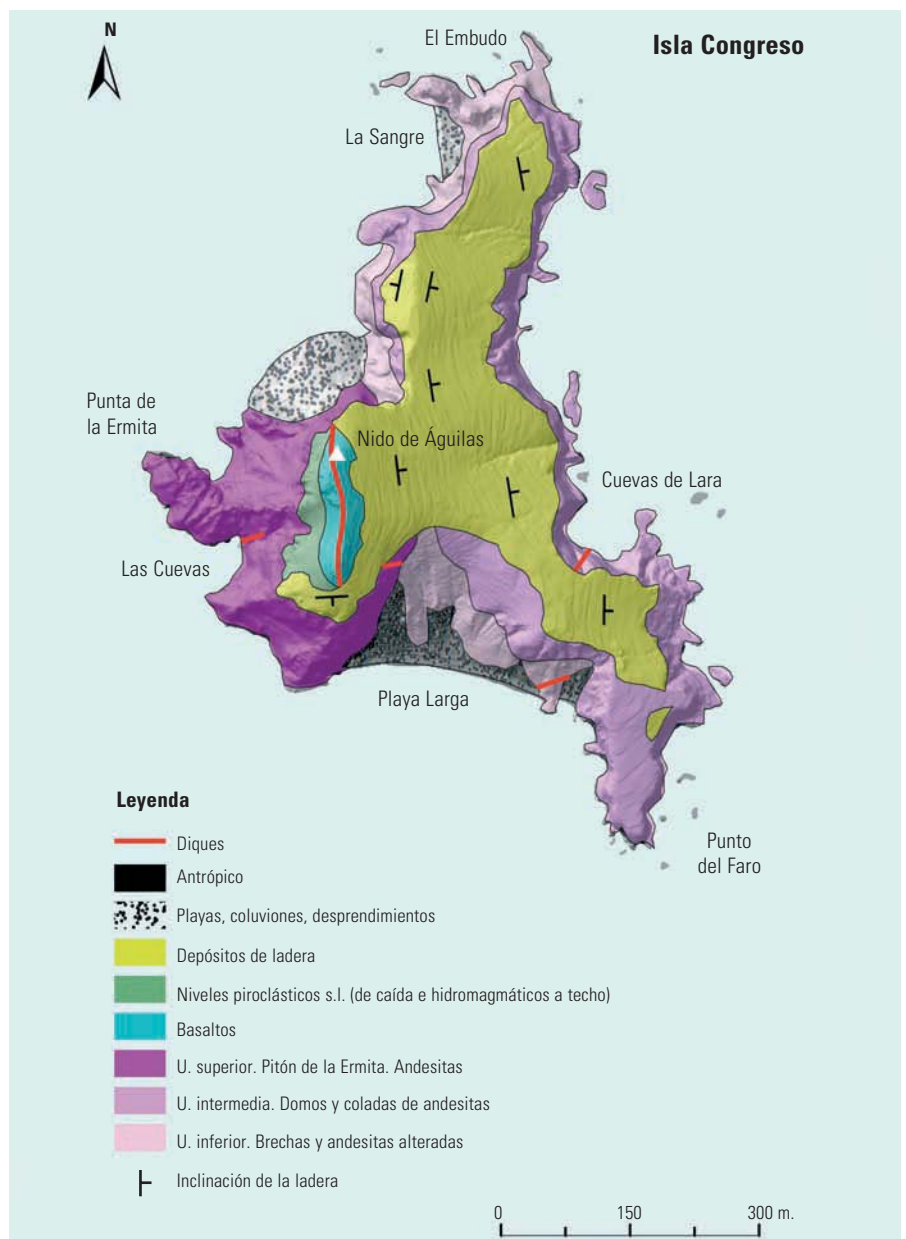


Figura 20. Mapa geológico de la isla del Congreso.

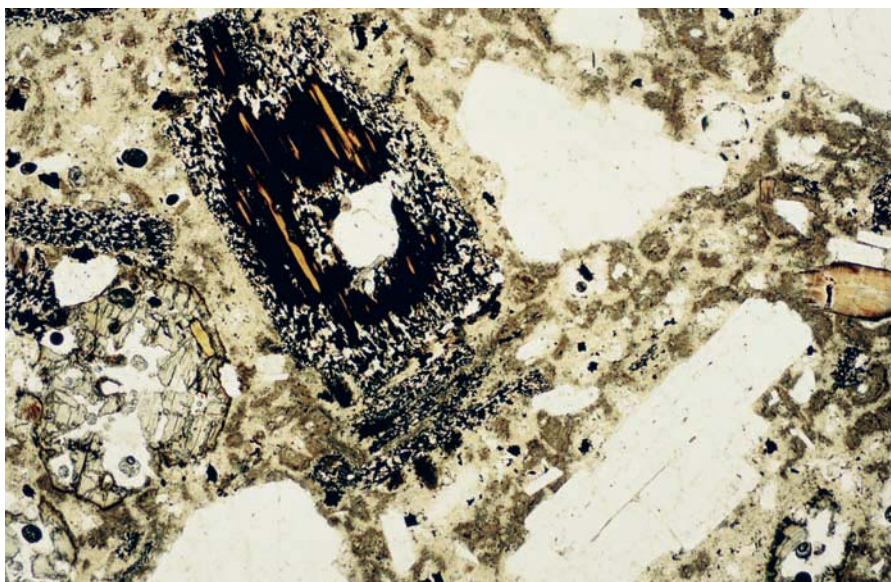


Figura 21. Textura microporfídica de la andesita: a) fenocristales de biotita muy transformada a un mosaico de opacos (nícoles paralelos).

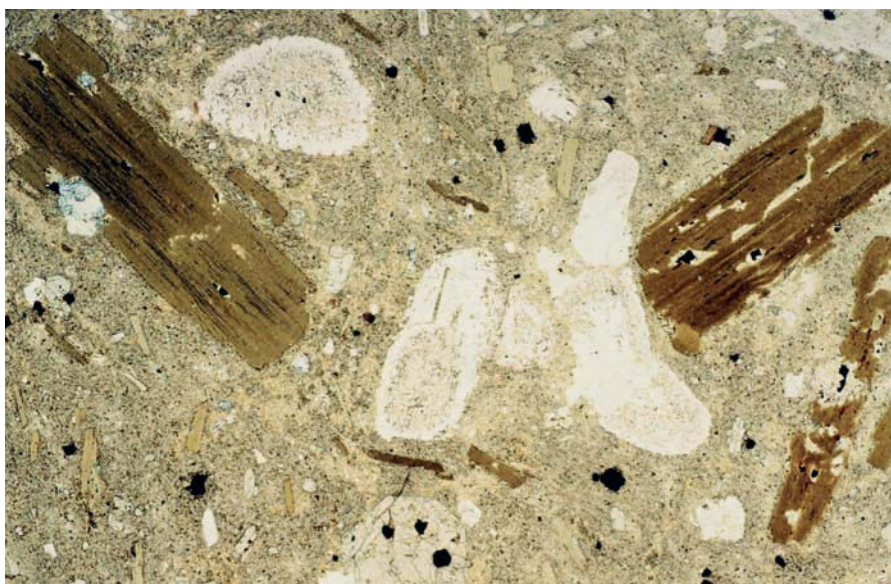


Figura 22. Textura microporfídica de un dique de andesita, con fenocristales de biotita fresca (nícoles paralelos).



Figura 23. Vista del pitón de la Ermita, en la punta del mismo nombre. La parte superior subhorizontal corresponde a la serie alcalina de basaltos del segundo ciclo volcánico.

Los dos autores, junto con los supervisores del IGME, Roberto Rodríguez y Ángel Martín Serrano, viajamos a Melilla el 16 de septiembre con la intención de pasar a las islas al día siguiente. Por la noche, un fuerte temporal se levantó en el mar, haciendo imposible la travesía, y la campaña quedó anulada. En diciembre de ese año, volvemos solos los dos autores y logramos llegar a las islas. Realizamos prácticamente toda la cartografía geológica (Pineda, 2003) y la toma de muestras, con la ayuda de la zodiac y el técnico que la llevaba, pertenecientes ambos a la estación biológica que Parques Nacionales tiene allí.

En septiembre de 2004 volvimos nuevamente, esta vez acompañados por los dos supervisores del IGME que no pudieron ir el año anterior. En este viaje, los cuatro nos alojamos en las habitaciones del faro, y dedicamos la campaña a completar el muestreo y a perfilar detalles cartográficos de las islas.

Las aportaciones conseguidas en estas campañas al conocimiento de la geología del archipiélago son: la precisión cartográfica de varias unidades volcánicas hasta entonces no diferenciadas; el descubrimiento, cartografía y estudio petrológico de la importante red de diques presente en la isla del Congreso, la caracterización petrológica de los enclaves que tienen las andesitas, y la realización de la primera cartografía geomorfológica del archipiélago.

El contexto geológico regional del archipiélago

Las grandes unidades geológicas del entorno de las islas Chafarinas están representadas por el Dominio de Alborán localizado, en su mayor parte, en el mar del mismo nombre. Estas grandes unidades coinciden, de forma general, con las denominadas tradicionalmente Zonas Internas Bético-Rifeñas. También forma parte de él la terminación oriental de la cordillera del Rif, constituida geológicamente por el Rif externo (dominio magrebí), y su antepaís, en el continente. Ambas unidades conforman,



Figura 24. Detalle de la disyunción columnar del pitón de la Ermita.



Figura 25. Afloramiento superior de las coladas basálticas subhorizontales, discordantes sobre el Pitón de la Ermita (parte inferior).

con las cordilleras Béticas del sur y sureste de España, la cordillera Bético-Rifeña.

El macizo volcánico que constituye el archipiélago de Chafarinas está totalmente relacionado con el vulcanismo de la zona oriental del Rif. El vulcanismo neógeno y cuaternario de la cordillera Bético-Rifeña se encuentra localizado sólo en la parte oriental del mismo, tanto sobre el dominio de Alborán, como sobre el Rif externo. A menudo, está relacionado con fases tectónicas

extensionales, a favor de las cuales se han generado cuencas terciarias post-orogénicas. El primer vulcanismo, el más importante volumétricamente, es de edad neógena, y se encuentra en las zonas del cabo de Gata y de Mazarrón-Cartagena, en las cordilleras Béticas. En el norte de África, se extiende desde el macizo costero de Ras Tarf, al Oeste de Melilla, y parece haber emigrado de oeste hacia este.

Con menor importancia, hay un vulcanismo basáltico-alcálico, con edades

comprendidas entre 5,6 y 1,5 Ma. (El Bakkali et al., 1998) que, sin embargo, no es exclusivo de la parte oriental de la cordillera Bético-Rifeña, ya que sus manifestaciones aparecen también más al noreste (Cofrentes, Valencia) y, sobre todo, se prolongan hacia el suroeste según las directrices NE-SO del Atlas. En la parte oriental del Rif este vulcanismo alcálico puede superponerse al vulcanismo anterior, en los mismos centros de emisión como ocurre en el macizo del Gurugú y satélites (sur de Melilla).

El vulcanismo de las islas

En la figura 15 está representado el mapa geológico de las islas, según datos adaptados de Pineda (2003). Mucha de la información geológica que se expone en este artículo está tomada, fundamentalmente, del Plan MAGNA, realizado por el IGME en 2003, aunque ya Pineda y Barrera (2004) avanzaron parte de la misma en la ponencia presentada en el VI Congreso Geológico de España celebrado en Zaragoza.

Las rocas volcánicas de las islas Chafarinas corresponden a dos momentos eruptivos muy diferentes. Las erupciones más antiguas emitieron magmas andesíticos calcoalcalinos, mientras que las posteriores y últimas son emisiones basálticas-traquibasálticas alcalinas. Ambos episodios tienen carácter subaéreo, no habiéndose encontrado ningún material volcánico submarino como insinuaba Calderón. Eso significa que si hubo un primer episodio submarino, el nivel actual del mar lo oculta.

Aunque no se poseen datos geocronológicos ni geoquímicos de ninguno de los afloramientos del archipiélago, se puede suponer que, dada la similitud magmática del vulcanismo de estas islas con el resto de la provincia volcánica norteafricana, el primer episodio se produjo durante el mioceno superior, mientras que el segundo sería plioceno. Según esto, puede suponerse que el vulcanismo se inició hace 9-8 millones de años, aproximadamente, y, después de un periodo erosivo prolongado, se reactivó en el plioceno.



Figura 26. Basaltos-traquibasáltos vistos al microscopio. Los cristales menores de color rojizo son olivinos iddingsitizados (nícoles cruzados).

Las grandes erupciones andesíticas primeras

Las primeras erupciones que dieron origen al macizo volcánico de Chafarinas tuvieron una importancia considerable. Los materiales andesíticos emitidos constituyen actualmente la mayoría del territorio de las tres islas, incluido el afloramiento submarino de La Laja. Lo que queda visible y residual de sus materiales, después del largo periodo erosivo al que han estado expuestos, se estructura en tres unidades. Lo más antiguo son unas brechas volcánicas no soldadas (depósitos de "debris-avalanche") y andesitas alteradas, que se ha denominado "unidad inferior", y que sólo esta presente en las partes bajas del acantilado en algunos puntos de la isla del Congreso. Su origen se encuentra en la destrucción o colapso violento de unos primeros edificios volcánicos andesíticos que, por causas diversas, fueron destruidos de forma violenta.

Pero como ocurre a menudo en los terrenos volcánicos, el vulcanismo siempre resurge. Posterior a estos grandes colapsos, el magma andesítico volvió a la superficie pero, esta vez, en forma de grandes domos andesíticos de los que sólo queda la parte más interna de ellos. Lo más característico que tienen estas rocas es la presencia de biotitas dispersas oxidadas, marcas del flujo magmático interno y la red de filoncillos silíceos con óxidos de Fe y Mn (figura 16). Este conjunto domático constituye la llamada "unidad superior" de andesitas biotítico-piroxénicas, presente en las tres islas y en La Laja.

Todavía, después de la intrusión de los domos, nuevos episodios intrusivos surgieron



Figura 27. Panorámica de las islas Isabel II y Rey Francisco, vista desde la isla del Congreso.

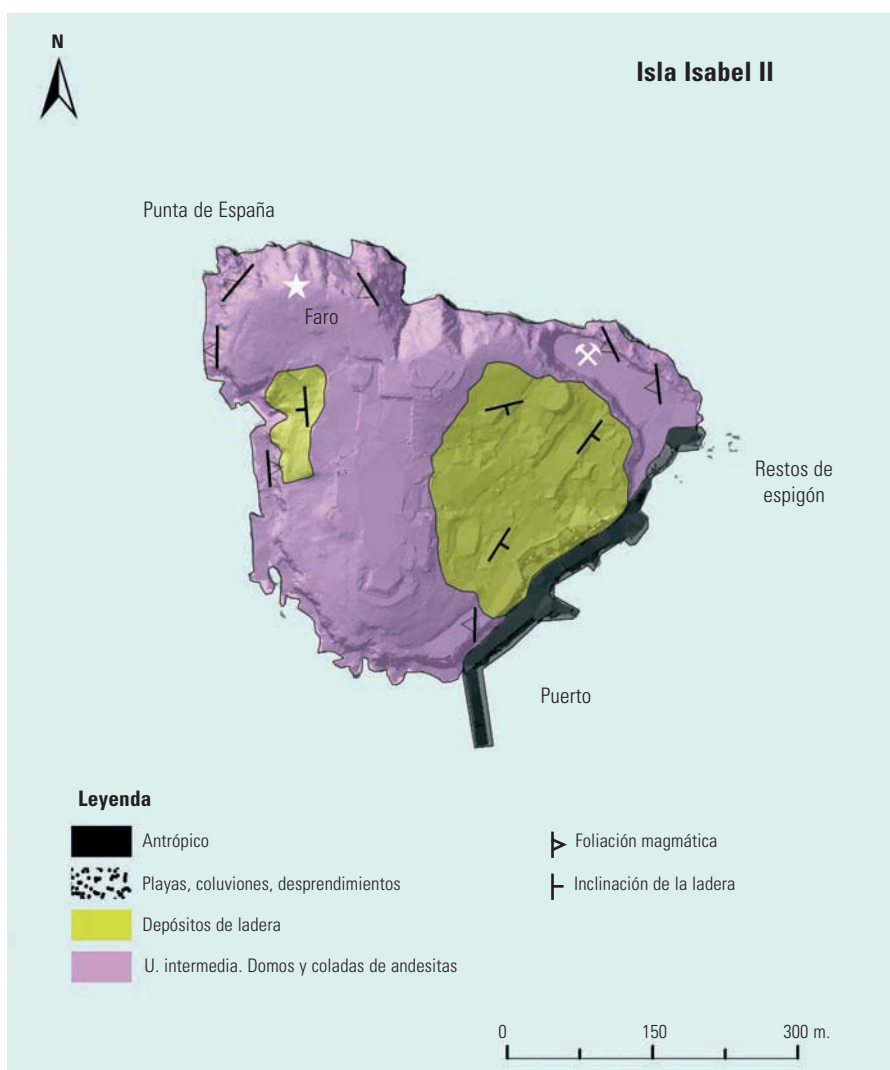


Figura 28. Mapa geológico de la isla de Isabel II.

en la zona. Un gran pitón de andesitas piroxénicas, el pitón de Punta de la Ermita en la isla del Congreso, atravesó todos los materiales anteriores. Hoy, esta unidad intrusiva constituye el potente y espectacular relieve de la costa suroeste de la isla.

El gran periodo erosivo de arrasamiento y el resurgir del vulcanismo

Al terminar los episodios andesíticos, la calma eruptiva se estableció en la región. La erosión subaérea y ¿submarina?

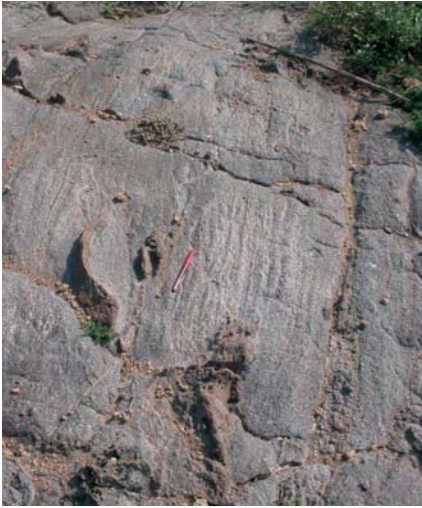


Figura 29. Estructuras de flujo magmático en las andesitas.



Figura 30. Enclaves pirometamórficos en las andesitas.

(arrasamiento costero) dismanteló toda la parte superior de los afloramientos, creándose una superficie de arrasamiento ¿marino? Parte de esta superficie subhorizontal, hoy visible en la parte alta de la isla del Congreso, fue la que quedó cubierta por el segundo ciclo volcánico de carácter alcalino (basaltos y traquibasaltos).

Los primeros eventos de este nuevo vulcanismo fueron, como es normal en estos ambientes, de carácter piroclástico. Niveles piroclásticos s.l. (de caída e hidromagmáticos, a techo) constituyen las partes bajas del apilamiento basáltico. Agotados estos momentos explosivos de desgasificación magmática, surgieron las coladas basálticas-traquibasálticas, con intercalaciones piroclásticas rojizas. Todo el conjunto estuvo acompañado por diques subverticales basálticos de espesor decimétrico que representan los conductos de emisión del magma.

Terminadas las erupciones, la erosión marina y subaérea, ha desmembrado el macizo volcánico original hasta dejarlo



Figura 31. Costa oriental acantilada de la isla de Rey Francisco.

reducido a los tres pequeños islotes existentes.

El vulcanismo, isla a isla

Isla del Congreso

Se encuentra situada en las coordenadas 35° 10' 46" N - 02° 26' 38" O, y es la isla más occidental del archipiélago. Tiene una forma irregular con unas dimensiones de 1.009 m de longitud mayor, en dirección norte-sur, un perímetro de 3,4 km, y una altura de 137 m. Sus costas son muy acantiladas y abruptas producto de la intensa acción erosiva del mar (*figuras 17, 18 y 19*). La pendiente general dominante es hacia el este, no conservándose prácticamente nada de la ladera oeste que ha sido erosionada por la acción marina. Geológicamente, en la isla están representados los dos ciclos volcánicos existentes en el archipiélago, como puede verse en el mapa geológico (*figura 20*).

- **Las erupciones andesíticas.** Los distintos episodios andesíticos constitutivos de las primeras erupciones están todos representados en la isla. En la parte inferior afloran brechas volcánicas (depósitos de "debris-avalanche") y andesitas alteradas, con potencias de 80-90 m. Sus mejores puntos de observación son las laderas de playa Larga, en el sur, y la costa septentrional (playa de la Sangre). En esta unidad no existen fragmentos

juveniles, y los depósitos pueden corresponder a grandes colapsos o derrumbes de los primeros edificios volcánicos, tal vez domáticos, surgidos en el área. En la base de esta unidad hay, en algunos puntos, lavas de andesitas biotíticas más o menos similares a las presentes en la unidad superior.

La Unidad superior está apoyada en la unidad anterior, a la que recubre en toda la isla, pudiendo ser observada en los acantilados orientales (*figura 18*) y noroccidentales de la misma. Es de colores más oscuros (grises, a veces con tonos rojizos) que la inferior, estando constituida por rocas masivas, y rocas brechoides, de composición andesítica biotítico-anfibólica. Se caracterizan por tener cristales milimétrico de biotita, perfectamente visibles, y contener, a veces, enclaves andesíticos redondeados de tamaño centi a decimétrico. El espesor visible mínimo para esta unidad (de la que no se conoce su techo, erosionado) es de unos 90-100 m. Su grado de oxidación magmática es muy elevado, estando la biotita totalmente transformada a un mosaico de gránulos de óxidos de Fe-Ti sobre una base neoformada de plagioclasa (*figura 21*). Cortando a estos materiales hay diques subverticales de igual composición, con la particularidad de no presentar oxidación y tener la biotita fresca (*figura 22*).

La última manifestación magmática de estos episodios es el pitón de la Ermita. Forma la extremidad acantilada más occidental de la isla (*figura 23*), con una morfología relevante y una disyunción columnar vertical muy acusada (*figura 24*). Constituye un pitón de unos 350 m de diámetro aproximado, que corta todos los materiales andesíticos anteriores, suponiéndose que también intruye en la unidad superior, aunque ello no se observa debido a la erosión y los recubrimientos existentes. Está compuesto por una andesita anfibólica microporfídica de matriz criptocristalina fluidal, alterada por un proceso de ¿silicificación? y carbonatación que rellena vacuolas.

- **Las erupciones alcalinas.** Después de un largo periodo sin emisiones volcánicas, la zona sufrió los efectos de la erosión hasta que comenzó un nuevo ciclo volcánico de tendencia alcalina. Los primeros episodios, compuestos por niveles piroclásticos s.l. (de caída, e hidromagmáticos a techo), se dispusieron discordantemente sobre todas las andesitas anteriores. Actualmente, ocupan la parte más alta de la isla y su extensión cubre gran parte del pitón de la Ermita (*figura 25*). No hay que descartar que estas emisiones surgieran en el borde del mar, como parece indicar la existencia de posibles niveles de piroclastos hidromagmáticos que constituyen la parte baja de todo el apilamiento tabular subhorizontal, de unos de 20-30 m de espesor. Por encima de estos piroclastos, se emitieron coladas basálticas-traquibasálticas olivínicas (*figura 26*) con intercalaciones piroclásticas rojizas, formando un apilamiento de unos 10-15 m de espesor mínimo, ya que su techo está erosionado.

Acompañando a estas manifestaciones alcalinas hay un conjunto de diques de igual composición (basaltos olivínicos) que cortan a todos los materiales de la isla. Concretamente, el vértice superior de la isla (Nido de Águilas, 137 m) lo configura un dique basáltico subvertical, de dirección nordestada y varios metros de espesor. Tiene color gris oscuro, grano fino, y estructura lajeada en el contacto. Desde ese punto tan alto se tiene una

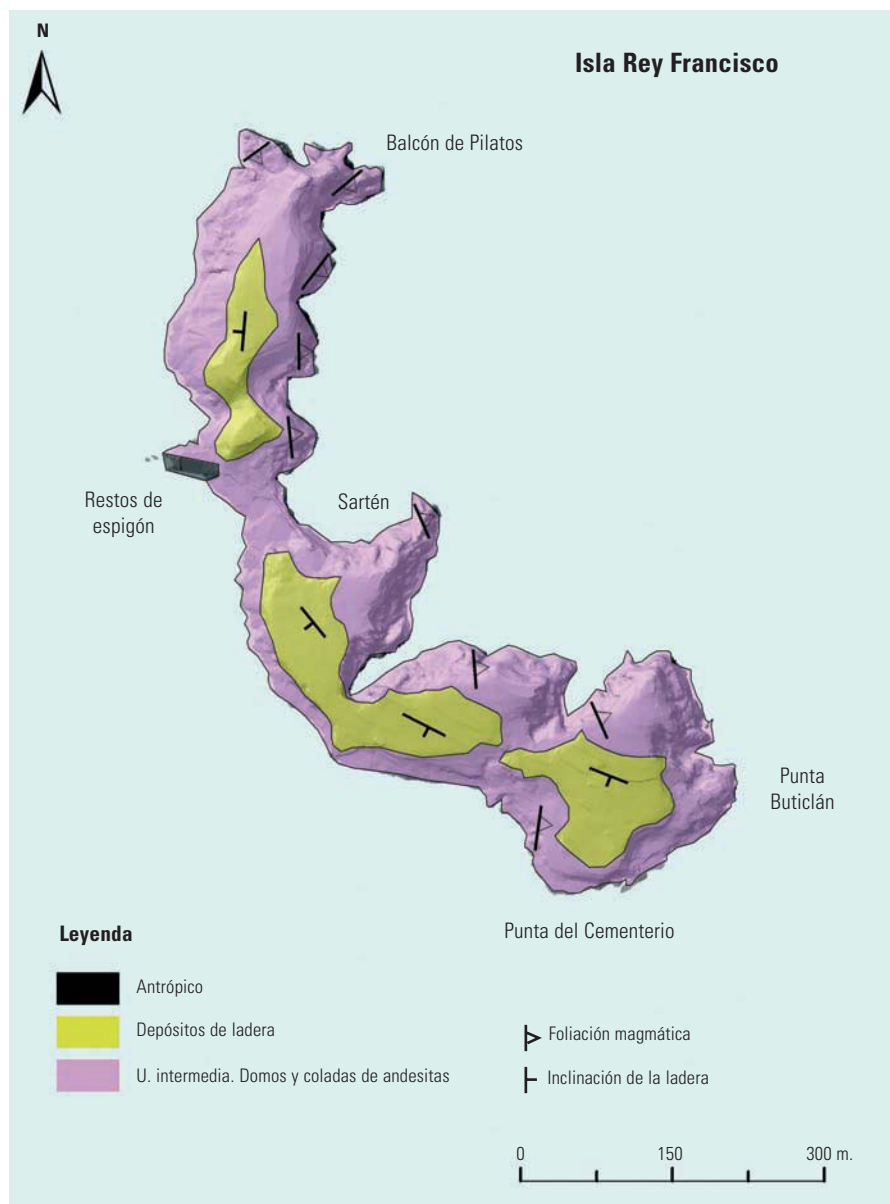


Figura 32. Mapa geológico de la isla de Rey Francisco.



Figura 33. Depósitos eólicos intercalados entre depósitos de ladera y costras carbonatadas, en la isla de Rey Francisco.

excelente panorámica de conjunto del archipiélago (figura 27).

Isla de Isabel II

Se encuentra situada en las coordenadas 35° 10' 50" N - 02° 26' 00" O, a 800 m al este del Congreso, y tiene una superficie sensiblemente circular (figura 3). Aparte de la reducida guarnición militar, en la isla existe una estación biológica (figura 9) dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, que se ocupa de preservar el importante ecosistema, uno de los pocos en que se reproduce la gaviota de pico rojo (Audoin). Es mucho más baja y plana que Congreso, con 2 km de perímetro y 35 m de cota máxima, y sus costas son acantiladas bajas.

Geológicamente (figura 28) está constituida por un único tipo rocoso de andesitas grises o rojizas, con cristales de biotita milimétricos bien visibles (totalmente oxidados), similares a las de la unidad superior de la isla del Congreso. Por esa razón, cabe suponerlas contemporáneas con ellas y con las de La Laja. El efecto de la oxidación generalizada de las biotitas (figura 21) y anfíboles en toda la roca se traduce en un color rosado pálido que tiñe todos sus afloramientos.

Los mejores puntos de observación se localizan en la antigua cantera de la parte nororiental de la isla (figura 12). Estas andesitas presentan estructuras de flujo magmático (figura 29) y disyunción columnar perpendicular o subperpendicular al flujo. Las estructuras de flujo son planares y responden a variaciones en el tamaño de grano o de la proporción de matriz vítrea, así como a la orientación magmática de los fenocristales. Estas características son típicas de estructuras domáticas.

Las andesitas tienen xenolitos de color gris-verdoso y grano fino (figura 30), que corresponden a rocas pirometamorfizadas de alto grado, procedentes del sustrato cortical de las islas.

Isla de Rey Francisco

Se encuentra situada en las coordenadas 35° 10' 54" N - 02° 25' 33" O. Es la menor



Figura 34. Vista de playa Larga, al sur de la isla del Congreso.

y más alargada de todas, con forma de semiluna abierta a oriente, y sin otra particularidad que la de ser el lugar donde se halla el cementerio del archipiélago. Se encuentra a 175 m al este de Isabel II y su perímetro es de 2,3 km, con una altura máxima de 95 m. La costa oriental es acantilada (figura 31), mientras que la occidental se desarrolla sobre la suave ladera natural de la isla hasta el mar.

Geológicamente (figura 32) está constituida por el mismo tipo rocoso de andesitas grises o rojizas, que afloran en Isabel II, con los mismos xenolitos centimétricos del sustrato continental. De hecho, son la continuidad de las mismas, presentando también las estructuras de flujo magmático (figura 29) y disyunción columnar.

Afloramiento submarino de La Laja

Gracias al personal de la estación biológica que tiene en las islas Parques Nacionales,

que se sumergió para tomar una muestra, se puede conocer la composición de este afloramiento submarino, situado entre las islas del Congreso e Isabel II. La roca corresponde a una andesita biotítico-anfibólica, similar a las de la unidad calcoalcalina superior de las tres islas.

Las formaciones sedimentarias cuaternarias

Los depósitos sedimentarios más importantes que aparecen en el archipiélago son unas arenas eólicas pleistocenas, que sólo afloran en las islas del Rey y de Isabel II. Constituyen capas intercaladas entre otras formaciones superficiales (depósitos de ladera y costras carbonatadas) de las laderas altas y/o suaves de las islas (figura 33). En la isla del Rey, estos depósitos forman un tramo de arenas medias-finas, amarillentas, bastante homogéneas con una potencia de unos 3 m. Tienen abundantes restos fósiles de gasterópodos continentales, este tramo



Figura 35. Rock-fall en el pitón de la Ermita, en la islas del Congreso.

está datado por Rodríguez Vidal et al. (2000), mediante aminoácidos e isótopos de carbono en conchas de gasterópodos, en una edad superior a 40 Ka BP.

La otra formación sedimentaria de importancia la constituye las costras carbonatadas de edad pleistocena, que se presentan asociadas a las laderas de las partes altas de las islas, sobre todo en las de Rey e Isabel II. En la primera, es donde alcanzan más desarrollo, habiendo dos niveles cartografiados. Existen dataciones de edades absolutas de ambas costras y de la calichificación del sustrato volcánico (Rodríguez Vidal et al., 2000). Para la inferior, una datación mediante isótopos de uranio indica una edad de $86,2 \pm 1$ Ka BP. Para la superior, una datación mediante isótopos de carbono indica $20,3 \pm 0,3$ Ka BP. Para la calichificación del sustrato volcánico, una datación mediante isótopos de uranio indica una edad poco acorde con las otras: $22,4 \pm 1,8$ Ka BP.

Otras unidades geológicas recientes son las playas. Sólo existen en la isla del Congreso, siendo la más grande la llamada playa Larga (figura 34). Todas ellas son muy estrechas y están

compuestas por cantos volcánicos heterométricos. Por último, hay que resaltar como un depósito muy llamativo el gran afloramiento de un *rock-fall* (desprendimiento) que se ha producido en la parte norte del pitón de la Ermita (figura 35), en la isla del Congreso.

Lo que queda de las estructuras del archipiélago

La isla del Congreso es un resto muy erosionado de varias estructuras volcánicas: un apilamiento volcánico de andesitas, y de una estructura intrusiva (Punta de la Ermita), siendo la segunda unidad apilada (las andesitas biotíticas rosas de la unidad superior) probablemente contemporánea del domo de Isabel II-Rey. Aún se conserva, en la parte superior, la superficie de arrasamiento sobre la que surgió el episodio basáltico subhorizontal.

Para las islas de Isabel II y Rey, la similitud litológica que tienen y los datos estructurales de flujo magmático parecen indicar que ambas conforman una única estructura domática. Ello estaría de acuerdo con los datos batimétricos, según

los cuales estas islas constituyen una misma unidad morfológica, separadas actualmente por una pequeña lámina de agua. No se conservan restos (erosionados posteriormente) de las rocas volcánicas encajantes del domo. Las venas silíceas, mayoritariamente presentes en estas dos islas, son de origen hidrotermal y suponen una prueba más del carácter subvolcánico del afloramiento.

¿Estuvieron conectadas las islas con el continente africano?

Hay indicios que parecen sugerir que las Chafarinas estuvieron conectadas al continente. Del análisis geomorfológico del archipiélago (Pineda, 2003) se puede deducir su posible conexión con la costa africana a través de un desaparecido istmo arenoso que las conectaría con el actual Cabo de Agua (figura 6). Igualmente, los datos arqueológicos deducidos del yacimiento neolítico Zafrán existente en la isla del Congreso, indican la misma conclusión.

La posibilidad de que en el pasado las Chafarinas formaran un tómbolo unido al

continente africano, fue ya planteada geológicamente por el ingeniero de minas Valle de Lersundi (1927), quien ofrece además unos posibles mecanismos de desconexión. Desde el punto de vista geológico y fisiográfico, hay datos que abundan en dicha posibilidad. Si la conexión existió, la desconexión pudo deberse a la elevación del nivel de base marino durante la transgresión cuaternaria flandriense o anterior.

Geomorfológicamente, la fase erosiva más antigua reconocible en las islas es la correspondiente a los relieves de sus partes altas, más suaves, labrados en las rocas volcánicas que las constituyen. La datación de algunas formaciones superficiales asociadas a dichos relieves indican una edad de 86.000-20.000 años para su fase final de elaboración. Por sus características de tener pendientes relativamente suaves, y por la importancia de las costras carbonatadas asociadas, es posible que estos relieves se hayan generado en relación con un nivel de base marino más bajo que el actual, habiendo quizá en esa época una conexión física entre las islas y la costa norteafricana.

Los arqueólogos e historiadores del Instituto de Cultura Mediterránea de Melilla están estudiando, en la isla del Congreso, desde el año 2000, el yacimiento o poblado al aire libre El Zafrín, del tipo neolítico cardial del año 4.500 a.C. Han concluido que sería imposible concebir la existencia de un asentamiento neolítico de esa fecha, aislado en las islas, ya que, según las investigaciones geológicas, en ninguna de las tres islas hay agua potable, ni tampoco han aparecido restos de aljibes ni escorrentías para recoger agua de la lluvia.

Bibliografía

- Alonso, F. M., Cáceres, L. M., Clemente, L., García Fernández, L. V., Marañón, T., Ojeda, F. y Rodríguez Vidal, J. (1998). Estudio del medio físico y vegetación de las Islas Chafarinas. Informe inédito.
- Becerra Fernández, M. (1907). Puertos de Melilla y Chafarinas. *Revista de Obras Públicas*, 55 (1), 331-334.
- Becerra Fernández, M. (1911). Puertos de Melilla y Chafarinas. *Revista de Obras Públicas*, 59 (I), 639-644.
- Calderón, S. (1894). Las Chafarinas. *Anales de la SEHN*, 23, 303-316.
- Coulon, Ch., Megartsi, M.H., Fourcade, S., Maury, R.C., Bellon, H., Louni-Hacini, A., Cotton, J. Coutelle, A. y Hermitte, D. (2002). Post-collisional transition from calc-alkaline to alkaline volcanism during the Neogene in Oranie (Algeria): magmatic expression of a slab breakoff. *Lithos*, 62, 87-110.
- Fernández Navarro, L. (1908). Datos geológicos acerca de las posesiones del norte de África. *Memorias de la RSEHN*. V. Memoria 6ª (1907-08) (las islas Chafarinas están en pp. 283-312).
- Marín, A. (1921). Nota geológica de las islas Chafarinas. *Boletín del Instituto Geológico de España*, II, 3ª serie, 224-241.
- Parques Nacionales.
http://www.mma.es/parques/centasoc/img/geologia_chafarinas.jpg.
- Pineda, A. (2003). Mapa geológico y memoria de las islas Chafarinas a escala 1:10.000. (Plan MAGNA). IGME (inédito).
- Pineda, A. y Barrera, J. L. (2004). El volcanismo neógeno de las islas Chafarinas, mar Mediterráneo (N África, España). VI Congreso Geológico de España, Zaragoza. *Geotemas* 6 (1), 167-170.
- Rodríguez Vidal, J., Cáceres, L. M., Martínez Aguirre, A. Alcaráz, J. M. Belloumini, G., Alonso Chaves, F. M., Rodríguez Ramírez, A. y Cantano, A. (2000). Dataciones isotópicas de carbonatos continentales en el Pleistoceno superior de las Islas Chafarinas (N África, España). *Cuaternario y Geomorfología*, 14 (3-4), 101-108.
- SGE (1848). *Resumen histórico de la expedición y ocupación militar de las Islas Chafarinas*. 1848. Depósito de la Guerra. Archivo de planos.
- Valle de Lerchundi, A. del (1927). Nota acerca de la formación geológica de la región de Cabo de Agua. *Boletín del Instituto Geológico*, XLIX, 322-339.
- Vèlain, Ch. (1874). Constitution géologique des îles voisines du litoral de l'Afrique. *Comp. Rend. de l'Acad. Sc. Paris*, LXVIII, 70-74.

Archivos

CGE. Proyecto para la formación de un puerto en las islas Chafarinas. Año. 1860/80. Planos y mapas históricos de las islas Chafarinas. España. Ministerio de Defensa. Archivo cartográfico y de Estudios Geográficos del Centro Geográfico del Ejército.

Agradecimientos

A Parques Nacionales y a su personal desplazado en las islas Chafarinas, por el apoyo logístico durante las campañas de campo de 2003 y 2004; a Roberto Rodríguez y Ángel Martín Serrano, del IGME, por la autorización para publicar la información geológica y sus valiosas sugerencias para mejorar el texto; a Juan Bellver y su equipo del Instituto de Cultura Mediterránea de Melilla, por el apoyo logístico y el suministro de la información histórica de la toma de posesión de Chafarinas; a Pedro Martínez, de Biosfera XXI, por el tratamiento informático de la cartografía geológica, y a Francisco Sánchez, de la empresa Servicios Editoriales, Georama S.L., por la cesión de las fotos correspondientes a las figuras 2, 3, 17 y 18.