

# Trabajo de Fin de Grado

GRADO EN GEOLOGÍA

FACULTAD DE CIENCIAS

Aportación de un nuevo punto significativo para el Neógeno de Canarias: La esfinge, Gran Canaria, Islas Canarias.



VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA ~ ÁREA DE PALEONTOLOGÍA

**Alumna : Mónica Almenara Perera**

**Tutor : José Abel Flores Villarejo**

**Co-tutor : Juan Francisco Betancort Lozano**

*Año académico 2020-2021*

## Índice

🌀 Introducción / Abstract

🌀 Objetivos

🌀 Antecedentes

-Estudios anteriores sobre los niveles de edad Neógena de Canarias.

-Estudios anteriores sobre la fauna presente en los niveles de edad Neógena de Canarias.

🌀 Marco geológico

- La Isleta

- El edificio de La Esfinge

🌀 Materiales y método

🌀 Estratigrafía de los afloramientos de La Esfinge

🌀 Fauna

🌀 Discusión y conclusiones

🌀 Bibliografía

## *Introducción*

En el siguiente trabajo se profundizará sobre el Neógeno canario, siendo este representativo de las condiciones del Atlántico Norte. Los yacimientos del Plioceno estudiados en las Islas Canarias, aportan una visión de las condiciones ecológicas y dinámicas para Canarias y en sincronización con el mediterráneo y las islas atlánticas. Centrándose en el estudio de un punto singular, como es *La Esfinge* (La Isleta, Gran Canaria, Islas Canarias) que ha sido muy poco estudiada, siendo esta la primera aportación de un listado de fósiles marinos.

Se realiza una columna estratigráfica más compleja, que presenta diversas singularidades, donde se localizan una serie de transiciones posiblemente relacionadas con cambios en el ecosistema, eustáticos, con una fauna que no ha sido estudiada y clasificada en profundidad anteriormente. A partir de todo esto, aplicando una metodología sustentada en la recogida de materiales, su clasificación e interpretación en el laboratorio y comprensión de los diferentes niveles identificados, se aportan nuevos datos a la compleja geología de La Isleta y de Gran Canaria.

## *Abstract*

In This work will delve into the Canarian neogene, this being representative of the conditions of the North Atlantic. The pliocene deposits studied in the Canary Islands provide a vision of the ecological and dynamic conditions for the Canary Islands and in synchronization with the Mediterranean and the Atlantic islands. Focusing on the study of a singular point, such as *La Esfinge* (La Isleta, Gran Canaria, Canary Islands) that has been very little studied, this study being the first contribution of a list of marine fossils.

A more complex stratigraphic column has been made, which presents various singularities, where a series of transitions possibly related to changes in the ecosystem are located, eustatic and with a fauna that has not been studied and classified in depth previously. Based on all this, applying a methodology based on the collection of materials, their classification and interpretation in the laboratory and understanding of the different levels identified, an attempt is made to contribute new data to the complex geology of La Isleta and Gran Canaria.

## Objetivos

Como principales objetivos se encuentra la revisión de los trabajos previos del Neógeno de Gran Canaria y el poder ubicar el yacimiento dentro de los modelos actuales para los depósitos de esta edad en Canarias. Siendo un segundo objetivo la elaboración de una columna estratigráfica que sintetice la evolución sedimentaria local junto a la definición y caracterización de los distintos niveles que componen la zona estudiada.

Uno de los objetivos más significativos es la elaboración del primer listado de las especies fósiles encontradas en los afloramientos, abarcando tanto macrofauna como microfauna.

Y por último se pretende aportar nuevos datos al conocimiento actual sobre la evolución geológica de La Isleta, dentro del marco de Gran Canaria y de las Islas Canarias.

## Antecedentes

El Archipiélago Canario se encuentra situado en la placa Africana, dentro de un margen continental pasivo y sobre un fondo oceánico formado en las primeras etapas de apertura del Océano Atlántico hace unos 180 ma, de acuerdo con los datos paleomagnéticos (Schmincke, 1982; Carracedo, 1984). Está compuesto por 8 islas y numerosos islotes. Su origen está posiblemente asociado a ascensos de magmas, provocado por la acción de una anomalía térmica del manto o punto caliente (Carracedo et al., 2002), capaz de fundir rocas a grandes profundidades, formando magmas que comenzarán su largo y prolongado viaje de ascenso hasta la superficie terrestre. El subsiguiente crecimiento subaéreo de una isla volcánica suele dividirse en tres fases principales conocidas como juvenil, reposo volcánico y rejuvenecimiento. Siendo la fase juvenil, la volumétricamente más importante, al final de la cual casi toda la superficie insular ha sido ya construida. Caracterizada por un crecimiento muy rápido, continuación del submarino, erupciones de baja explosividad, formación de complejos y gigantescos edificios volcánicos en forma de escudo invertido y deslizamientos gigantes en sus flancos.

La fase de reposo volcánica ocurre cuando la isla se aleja de la vertical del punto caliente mantélico, desconectándose de su zona principal que, entonces, empieza a alimentar un nuevo volcán

submarino que podrá llegar a crecer y formar una nueva isla más joven. Durante esta fase los agentes geológicos externos son los únicos encargados del modelado del relieve, generando típicos paisajes erosivos con profundos barrancos, anchas plataformas marinas, extensas playas de arena, etc.

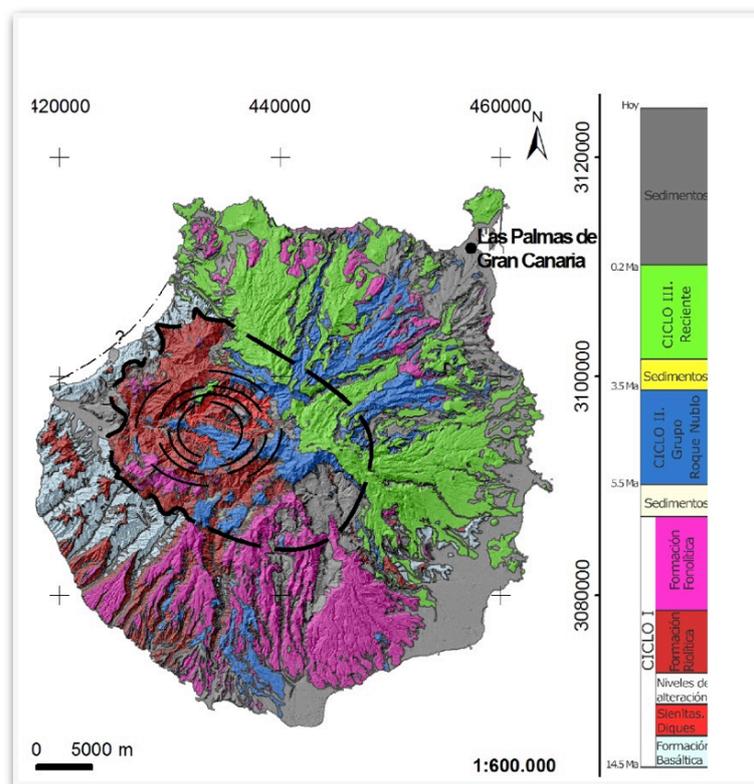


Fig 1. Formaciones volcánicas subaéreas más antiguas, en millones de años. Imagen tomada del geología 2010

Y por último, la fase de rejuvenecimiento, tiene lugar cuando la isla se aleja de la influencia del peso de la nueva isla que estará creciendo en la vertical del punto caliente. Las nuevas erupciones volcánicas, volumétricamente menos importantes y muy dispersas tanto espacial como temporalmente, se limitarán a cubrir parcialmente los relieves erosivos previos.

La antigüedad de las islas aumenta hacia el continente Africano, siendo los materiales más antiguos localizados en Lanzarote y Fuerteventura. Los depósitos más modernos estarán en El Hierro, provenientes de las erupciones submarinas del Volcán Tagoro en 2011. Gran Canaria, que hace unos 3 millones de años era muy parecida a Tenerife, incluso con un volcán central muy parecido al Teide (el volcán Roque Nublo), se encuentra en la actualidad en un estadio de rejuvenecimiento muy avanzado. Sus relieves son marcadamente erosivos, con actividad volcánica puntual y muy dispersa espacio-temporalmente.

La isla de Gran Canaria tiene una superficie aproximada de 1532 km<sup>2</sup> y una altitud máxima de 1949 m (Pico de las Nieves). La orografía de la isla es muy abrupta con una gran red de barrancos en disposición radial y una costa irregular donde contrastan grandes acantilados, como los de la zona occidental, con plataformas suaves y playas en las zonas más orientales y meridionales.



*Fig 2. Leyenda litológica de Gran Canaria, figura de Bárbara Del Castillo Olivares .*

La construcción geológica de Gran Canaria se inició durante el Mioceno, con una fase de volcanismo submarino cuyos materiales representan aproximadamente el 75% de su volumen total. Estas rocas submarinas, al contrario que ocurre en otras islas canarias como La Palma, La Gomera o Fuerteventura, no pueden ser observadas en su superficie. Por su parte, la fase de

vulcanismo subaréo se caracteriza por la emisión de rocas a lo largo de tres grandes ciclos magnéticos denominados: Ciclo I o Ciclo Antiguo, Ciclo II o Roque Nublo y Ciclo III o Reciente, y se encuentran separados entre sí por períodos de inactividad volcánica (Lietz & et al; Schimincke 1975; Mcdougall et al; Schimincke 1976; Araña et al; Carracedo, 1978; Pérez Torrado et al; Mangas, 1993). (Fig 2).

Como se ha citado anteriormente, la isla comienza a crecer en el Mioceno medio (>14,5 Ma), con la emisión de materiales volcánicos sobre el fondo marino jurásico. Le sigue la actividad volcánica subaérea, con las etapas de construcción en escudo y con predominio de coladas máficas basálticas (de 14,5 a 14,1 Ma) y la de declive alcalino, entre 14,1 y 7,3 Ma (con la emisión de materiales félsicos de traquitas, fonolitas, riolitas y sienitas), formando ambas fases, el estratovolcán mioceno de Cruz Grande y su caldera volcánica de Tejada.

Seguido de inactividad volcánica insular (entre 7,3 y 5,3 Ma), durante la cual se originaron geformas erosivas notables (por ejemplo, las cuencas del Guinigüada y de Arguineguín), por los que se canalizaron depósitos aluviales de conglomerados y areniscas del miembro inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas (FDLP), que aflora masivamente en las proximidades de la ciudad de Las Palmas y, con menor extensión, en la parte sur de la isla. Con ella se termina el Primer ciclo volcánico de edad miocena, además de depósitos detríticos marinos en las desembocaduras, clasificados como Miembro medio de dicha formación. Un hiato eruptivo entre el primero y el segundo ciclo produjo un importante periodo de inactividad eruptiva de casi 4,0 Ma. (da Lomba Barros, 2020).

Por último, la fase de reactivación volcánica plio-cuaternaria (entre 5,3 Ma y la actualidad) está caracterizada por la existencia de dos cámaras magmáticas independientes (Grupo Roque Nublo, activo entre 5,3 y 2,8 Ma, y Grupo Post-Roque Nublo, entre 3,9 Ma y la actualidad). La cámara Roque Nublo emitió materiales volcánicos de composición variable entre ultramáfica y félsica (basanitas, basaltos, traquitas y fonolitas) para formar el denominado estratovolcán Roque Nublo. (da Lomba Barros, 2020).

La segunda cámara, al principio originó erupciones que siguieron una directriz estructural NO-SE, y luego se generaron un gran número de erupciones dispersas, formando conos estrombolianos y, en menor medida, freatomagmáticos, y emitiéndose rocas ultramáficas y máficas de basanitas, basaltos y tefritas-fonolitas. (da Lomba Barros, 2020).

Por otro lado, durante los últimos estadios del estratovolcán Roque Nublo se originaron depósitos vulcano-clásticos (conglomerados, areniscas, lahares, etc.) que se han agrupado en el Miembro superior de la FDLP. También, durante el Cuaternario (<2,6 Ma) los procesos geológicos externos generaron diversas y significativas geformas que constituyen parte del paisaje insular, con la formación de abundantes barrancos, interfluvios, costas arenosas y rocosas, etc., junto con depósitos sedimentarios variados como playas, aluviones, coluviones, paleosuelos, beachrock, eolianitas, etc. (da Lomba Barros.Y, 2020).

El Ciclo reciente corresponde a las últimas erupciones en la isla antes de la conquista del archipiélago en el siglo XV. Se localizan espacialmente en la mitad NE de la isla, formando agrupaciones de conos estrombolianos. Son episodios de menos de 300.000 años, de igual naturaleza básica que los anteriores, que se canalizaron por barrancos preexistentes. La datación más joven obtenida corresponde al volcán Montañón Negro (5km al norte de Tejeda), datado en 3.075 años. Hay que destacar en la mitad SE de La Isleta una fisura eruptiva de 2,5 km de longitud, con una dirección N300E, que continua por el mar, como un incipiente eje de rift.

### *Estudios anteriores sobre los niveles de edad Neógena de Canarias.*

El Mio-Plioceno de Canarias ha sido muy estudiado por diferentes científicos dando lugar a numerosos conflictos. Desde hace 150 años numerosos autores han estudiado las zonas llegando a plantear 2 grandes interpretaciones del medio. Autores que en base a sus dataciones y criterios faunísticos ubican estos depósitos en el Mio-Plioceno o Plioceno inferior y otros investigadores, utilizando otros criterios, los sitúan en el Pleistoceno superior, desvinculando en muchas situaciones los depósitos de una isla con los de otra.

Si bien en Gran Canaria estos niveles, basándonos en criterios estratigráficos, faunísticos y radiométricos (Meco et al, 2005, 2006, 2007 y 2008) los consideramos Neógenos o Mio-Pliocenos, estos mismos depósitos en las islas de Fuerteventura y Lanzarote han sido centro de controversias entre investigadores asignándoseles edades dispares y que no coinciden con los criterios mencionados. Aun así, estos depósitos serían una única unidad estratigráfica presente en las Islas Canarias más antiguas: Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote.

En Gran Canaria, investigadores como Von Buch(1825), Lyel(1865), Von Fritsch(1867) y Rothpletz y Simonelli(1890), describen unos niveles fosilíferos marinos que en base a criterios faunísticos, datan como Miocenos. Von Buch describe unos conglomerados marinos en el Barranco de Tamaraceite (Fig 3) a unos 300 metros de altura, Lyell, a su vez, en 1854 visita la capital de la isla donde, estudia y describe un depósito fosilífero entre 90 y 120 metros de altura. Tiempo después, Von Fritsch describe este depósito aportando que una de las características de este nivel son los cantos rubefractados. Posteriormente, Rothpletz y Simonelli realizan una tabla de 100 especies fósiles en las que aparecen algunos vertebrados marinos y describen un total de 10 nuevas especies.

En el siglo XX, las investigaciones y visitas a los afloramientos continúan, Fernández Navarro en 1925, realiza la estratigrafía en la que incluye estos niveles fosilíferos y su relación con diferentes coladas, de edad Helveciense (Mioceno Medio, entre 15 y 20 Ma).

Años después, Boucart y Jerémine(1937) realizan la primera cartografía geológica de la isla de Gran Canaria, clasificando este depósito como Vindoboniense ( Mioceno Medio-Superior ) y mencionando una relación con las lavas almohadilladas en el Barranco de Tamaraceite y en la Presa de Casablanca (Fig 3). Benítez Padilla (1945) aporta como otra prueba la existencia de regresiones marinas miocenas al descubrir un paleobarranco paralelo al Barranco de Ayaguas con motivo de

las obras de construcción de la presa. En mitad del siglo XX, Martel Sangil (1952), realiza una descripción de fósiles terciarios de Las Palmas, mezclando depósitos de edad pleistocena con otros depósitos terciarios.

En los años 60, las investigaciones sobre esta formación son numerosas y con aportes importantes, desde Vagnat (1960) que estudió las pillos-lavas descritas en el barranco de Tamaraceite por Boucart y Jerémime (1937).

Concluyendo que son lavas basálticas muy fluidas, solidificadas en un medio marino muy somero, observando que en la parte superior no presenta estrictas almohadillas. En el mismo año, Bravo (1960) se centra en los abanicos aluviales que acotan este depósito marino, de naturaleza fonolítica a nivel de muro y con fragmentos del aglomerado Roquenublo a techo. Hausen (1962) califica que estos aluviales se deben a sistemas de alta energía y que forman un abanico en el Margen Noroeste de Gran Canaria. (Fig 3)

Klug (1968), asocia estos abanicos a un sistema deltaico, donde posteriormente se produciría una transgresión marina durante el Mioceno y una posterior regresión, depositándose nuevos abanicos de conglomerados. Navarro Aparicio y García (1969) afirma que entre los dos episodios de depósitos aluviales se localiza un nivel de materiales marinos de 8 metros, presentando intercalaciones fonolíticas, incluyendo el nivel fosilífero.

El depósito fosilífero, característico de aguas someras (menos de 25 metros de profundidad) se corresponde con una transgresión marina, presentando una notable rubefacción y coincidiría con las primeras emisiones del ciclo pre-Roque Nublo y Roque Nublo, observándose cantos trabajados de carácter básico y de aglomerado Roque Nublo, en la parte superior del depósito. Lietz (1957), y Lietz y Schminke (1975) afirman que la terraza de Las Palmas presenta al menos tres niveles marinos diferentes, de diferentes momentos, siendo el más antiguo de edad Helveciense o Tortoniense. Describiendo en total unas 4 regresiones y 3 transgresiones entre los 9.6 M.a y 2 M.a. Siendo el primer nivel (9.6 y 4.6 M.a, en la zona del Rincón) (Fig 3) compuesto por algas calcáreas entre coladas de pumitas. Y el segundo nivel se trata de calcarenitas, calizas, conglomerados y areniscas tobaceas, entre los 40 y 130 metros. Este nivel está relacionado con las pillow-lavas del Barranco de Tamaraceite datadas en 4.2 Ma. El tercer nivel se corresponde a un conglomerado sin registro faunístico, localizado en torno a los 150 metros de altura y se relaciona con coladas datadas entre los 3,8 M.a y 1.3 M.a. Meco (1975, 1977, 1981, 1982, 1983), siendo el primer autor que

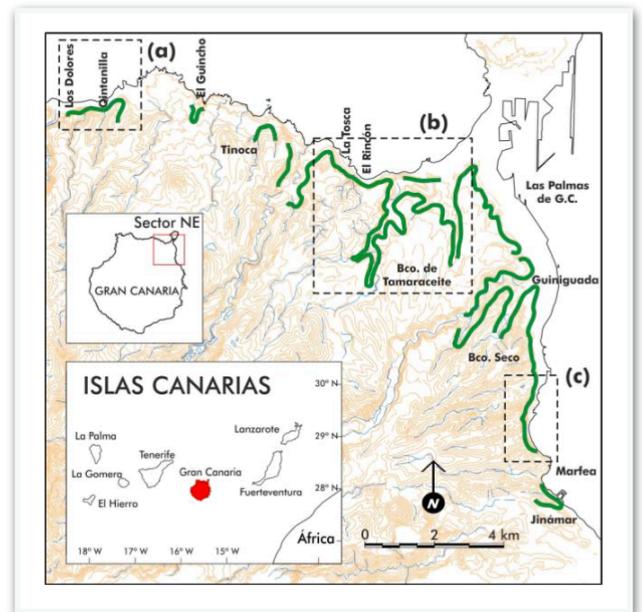


Fig 3. Geolocalización de los diversos niveles de edad Neogena. Mapa obtenido de Meco et al. 2005

relaciona los depósitos Mio-Pliocenos o Pliocenos de Gran Canaria con los presentes en Fuerteventura y Lanzarote, presentando la misma fauna y características geológicas comunes.

Meco y Stearns (1981) realizan la datación de los depósitos del Barranco de Ajuí en 5.8 M.a en sincronía con las pillow lavas. Gabaldón et al (1989) realiza una columna de la Formación Detrítica de Las Palmas; Describiendo un miembro inferior de hasta 120 metros de potencia, correspondiendo a un abanico aluvial que rellena un relieve irregular (paleobarranco), observándose materiales marinos con estructuras típicas de medios de transición. Terminando dicho nivel con cantos rubefactados. El miembro medio, tiene una potencia de 30 metros aproximadamente, empezando por un nivel fosilífero y pillow lavas en el Barranco de Tamaraceite (4,3 M.a Liezt & Schminke 1975) (Fig 3). Suponiendo una transición entre medios marinos someros y continentales, estando en sincronía con el ciclo volcánico Roque Nublo. El Miembro Superior cuya potencia oscila entre 70 y 130 metros corresponde a abanicos aluviales.

En los 2000, Gimeno et al (2000) pasan a ubicar la Formación Detrítica de Las Palmas dentro de un periodo de desmantelamiento erosivo de la isla entre los 8.5 y 5.3 M.a, estando formado por un miembro inferior aluvial, miembro medio con depósitos marinos de medios someros entre 5 y 4 M.a y un miembro superior no marino.

Perez Torrado et al (2002), concluyen que el Barranco De Tamaraceite, corresponde con una cuenca submareal somera y con escasa pendiente, a 121 metros sobre el nivel del mar. Finalmente Schneider et al (2004) ubica esta formación detrítica, con estructuras típicas de ambientes marinos, en el Mio-Plioceno.

La existencia y presencia de fauna exclusiva en el nivel estratigráfico conjuntamente en todos los puntos de afloramientos observados en Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura, el estudio de características propias del depósito comunes entre las 3 islas como la rubefacción en los cantos descrita ya por Von Fritsch en 1867, y el uso de dataciones sobre coladas volcánicas que atrapan estos depósitos, permite a Meco et al (2005, 2007, 2008) concluir que la edad estimada es Mio-Pliocena. Aunque esto ya se estudió y planteó por parte de Meco en anteriores publicaciones (1975, 1977, 1981, 1982, 1983) al encontrar en los depósitos del Norte de Fuerteventura fauna hasta ahora exclusiva de los depósitos Miocenos de Las Palmas de Gran Canaria, denominado, Miembro Medio de la formación Detrítica de Las Palmas.

### *Contenido Faunístico*

Durante el periodo del Neógeno terminal en el Atlántico Norte, se aprecia una gran uniformidad faunística y climática. Para todo el periodo, tanto en las costas atlánticas y mediterráneas se aprecian similitudes faunísticas, lo que puede traducirse en unas condiciones similares y constante durante un largo tiempo y que cambiaron paulatinamente hasta llegar a los grandes acontecimientos a escala global que supusieron el fin del Plioceno y el cierre del Istmo de Panamá. Produciendo un cambio en las condiciones generales, así como en la extinción de numerosos grupos faunísticos.

Los estudios de la fauna sobre este periodo en Canarias son escasos pero relevantes, además de los trabajos citados anteriormente, desde Lyel (1865) y Cocchi (1857) donde se realizan los primeros listados y se describen nuevas especies donde Rothpletz y Simonelli (1890) publican un gran catálogo faunístico del Neógeno de Canarias, que fue traducido posteriormente por Palacios (1898), ayudando al conocimiento y la realización de futuros trabajos.

A lo largo de los años se han realizado nuevas aportaciones, destacando una serie de trabajos de Meco que han ayudado al conocimiento de este ecosistema como 1976, *Paleontología de Canarias., Tomo I, Los Strombus neógenos y cuaternarios del atlántico euroafricano* donde se identifican las diferentes especies de *Strombus* encontradas en Canarias y en la región atlanto-mediterránea. También destacar las obras de 1981, *Neogastrópodos fósiles de las Canarias Orientales* y 1982, *Los Bivalvos fósiles de las Canarias Orientales* y su suplemento. Recientemente (2008) Meco, ha descrito una nueva especie de *argonauta* para estos niveles en Gran Canaria: *Argonauta isolinae* Meco(2008).

En los últimos años se han realizado artículos e investigaciones en diferentes lugares de Gran Canaria, por sus características vulcanológicas, estratigráficas, geomorfológicas y paleontológicas. Una de las más destacadas en El Guincho (Fig 3), ubicado en una zona cerca de la carretera GC-2 que se encuentra en fase de ampliación, suponiendo un cierto peligro de conservación, donde encontramos la representación de elementos asociados a cambios eustáticos e isostáticos, con visibles estructuras sedimentarias marinas en registro fósil como ripple marks, laminaciones paralelas, bioturbaciones, etc.. En el que también destaca la presencia de fósiles neógenos de *Strombus coronatus*, *Clypeaster sp*, entre otros y la presencia de nidos himenópteros. Compuesta por sedimentos marinos pliocenos del Miembro Medio de la Formación Detrítica de Las Palmas, junto a coladas ignimbríticas pliocenas del estratovolcán Roque Nublo.(Lomoschitz, Betancort & Meco;2016).

Muchas de las especies descritas están extintas en la actualidad, persistiendo solamente algunos representantes de sus géneros limitados a regiones de aguas cálidas como el Golfo de Guinea y el Caribe. Los grupos faunísticos presentes en este periodo en Canarias son la principal herramienta para estudiar sus condiciones paleoecológicas, por lo que salvo algunos paleoendemismos, se aprecia una fauna similar y coincidente prácticamente en todos los grupos descritos para este periodo a nivel global.

Las especies encontradas en el Neógeno de Canarias más valiosas para la estratigrafía y paleoecología son:

- ☞ *Saccostrea chili* (Simonelli in Rothpletz & Simonelli,1890)
- ☞ *Nerita emiliana* (Mayer, 1872)
- ☞ *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827)

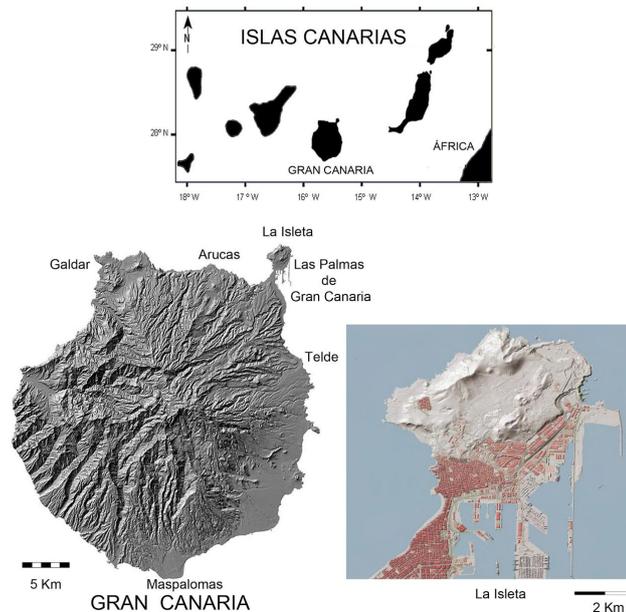
🌀 *Siderastraea miocenica* (Osasco, 1897)

🌀 *Isognomon soldanii* (Deshayes, 1836)

🌀 *Clypeaster altus* (Lamarck, 1816)

Estas especies pertenecen a géneros que actualmente no se encuentran en el Archipiélago Canario, aunque se localizan en aguas del Golfo de Guinea y del Caribe, que permiten estudiar y extrapolar, siempre con mucha cautela, esas condiciones climáticas y ecológicas actuales al periodo que nos ocupa. Especies actuales como *Saccostrea cucullata* (Born 1780), *Nerita senegalesis* (Gmelin 1788), *Strombus bubonius* (Lamarck 1822) y una gran cantidad de corales del género *Siderastrea* (por ejemplo *Siderastrea radians* (Pallas 1766), sinónima de *S. senegalesis* (Milne Edwards & Haime, 1850), aportan valiosos datos paleoecológicos.

### Marco geológico



🌿 Fig 4. Geolocalización de la Isleta , zona local.

La Isleta presenta una superficie total de 10,59 km<sup>2</sup> siendo un punto significativo para el estudio y la comprensión de la geología de Canarias, quedando patentes algunos de los ciclos y procesos más importantes en la formación y evolución del edificio insular de Gran Canaria y de las islas volcánicas en general. La isleta es el resultado de numerosas erupciones volcánicas que sucedieron hasta el período cuaternario reciente. Los materiales que la componen, identificables en superficie al Ciclo Post Roque Nublo Inferior (finales del Plioceno y principios de Pleistoceno), y al Ciclo Reciente Inferior y Superior ( finales del pleistoceno medio- principios del holoceno inferior).

Se encuentra en el extremo Noreste de Gran Canaria y está unida a la isla por un estrecho istmo, fuertemente modificado y edificado. En la costa Oeste aparece la Bahía del Confital, que engloba la playa de Las Canteras y de El Confital. Se pueden diferenciar un total de 16 conos, destacando los volcanes de “El Vigía”, “El Faro” y “Las Coloradas”. La presencia de estos tres grandes edificios en los vértices de la Isleta definen un relieve en el que se diferencia una llanura central en la cual se ubican centros de emisión muchos menores y malpaíses. En la región suroeste de La Isleta se ubican los volcanes de “La Esfinge” y “Roque Ceniciento”, donde en la actualidad se realizan trabajos de desmonte para edificación y aprovechamiento de los materiales, como áridos de construcción.

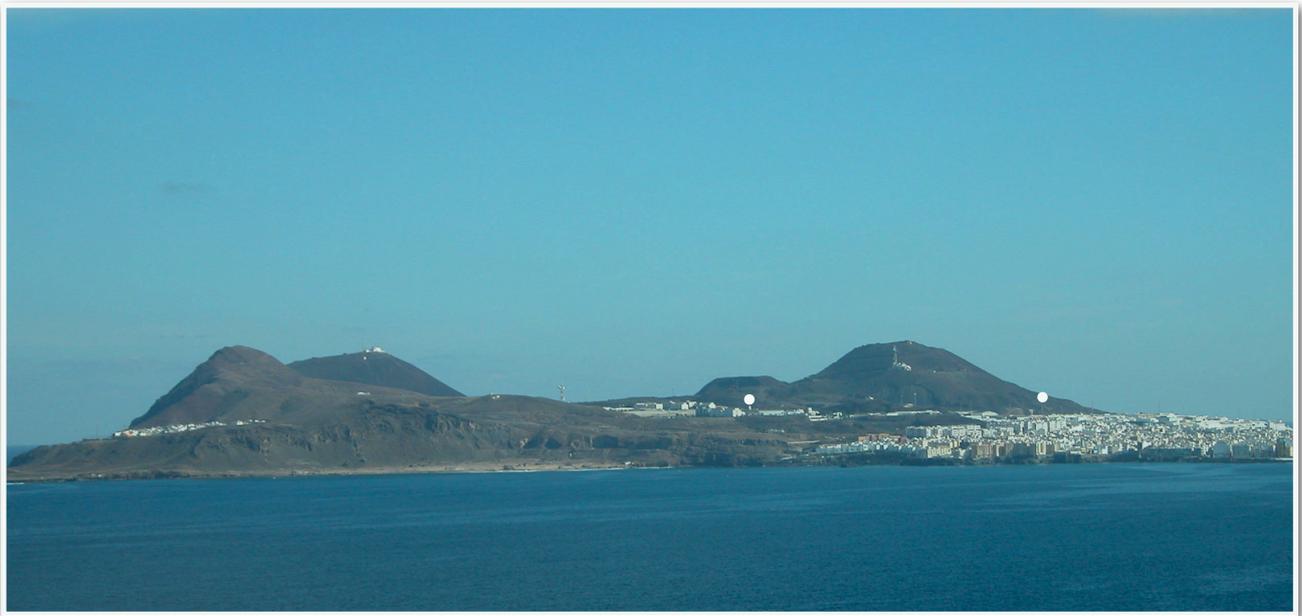


 Fig 5. Fotografía tomada a la Península de La Isleta

En la zona se identifican una serie de materiales subaéreos de edad Mio-Pliocena, aflorantes en la Bahía de El Confital, región suroeste de La Isleta, ricos en fósiles de bivalvos del genero *Ostrea* (Meco et al., 2015). Sobre estos materiales se levantan coladas del Pleistoceno Superior, principalmente de los tres principales edificios volcánicos, citados anteriormente: El Vigía, Las Coloradas y El Faro. Los volcanes más recientes han sido considerados como puntos de interés geológico (PIG) por el Instituto Tecnológico Geominero de España .

### *El edificio de La Esfinge*

Nuestro punto de estudio, es el volcán de la Esfinge(altura), formado hace aproximadamente 106.000 años( HANSEN O IGME) ; Este complejo volcánico ha desaparecido en la actualidad parcialmente por la extracción de áridos aunque aún conserva importantes fragmentos , en el sector de la Península del Nido. El cono piroclástico de Montaña de La Esfinge se situó en el borde sudoriental de la meseta de La Isleta, al SE de la Montaña del Faro. El crecimiento del edificio supera la altura de la meseta actual, alcanzando los 128 metros. Con perfil asimétrico , con vertiente septentrional apoyada sobre la meseta de la que resaltaba unos 80 metros y la vertiente

meridional, mucho más larga y pronunciada, apoyada en la plataforma de abrasión marina. Las únicas anotaciones sobre su morfología corresponden a Olivia Stone, que describía que su morfología presentaba planta y cráter fisural en herradura, abierto hacia el NE. El volumen de piroclastos se ha estimado en  $7.489.075 \text{ m}^3$  concentrados en un área de  $146.359 \text{ m}^2$



✿ Fig 6. Vista área de la zona de La Esfinge

La actual cantera proporciona abundantes datos geológicos sobre el antiguo volcán, quedando reflejados los límites de discontinuidades, potencia, granulometría y naturaleza de los materiales. La profundización de dicha cantera ha dejado al descubierto chimeneas y diques. Pocos trabajos e investigaciones de la zona han sido aportados, siendo Alex Hansen et al; Meco et al, los autores más significativos de la zona.

### *Materiales y método*

Se realizan campañas periódicas a los afloramientos mientras se desarrollan labores de desmonte del volcán de *La Esfinge* como cantera, donde se ha elaborado una columna estratigráfica por niveles y estudiando la fauna de dichos niveles. Se procede a la caracterización geológica atendiendo a la morfología, características texturales y faunísticas.

Una vez realizada dicha columna se definen los niveles del afloramiento, y se procede al estudio de los fósiles por niveles, que se interpretan en el laboratorio de Paleontología, Paleoclimatología y Paleoclimatología del Departamento de Biología, empleando sus colecciones de referencia para este periodo. (Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)). Las muestras se separan por niveles y por extracción mecánica obteniendo los fósiles que pasaran a ser aclarados con agua destilada y estudiándolos a *visu* junto a una revisión con lupa, que nos permitirá realizar los estudios taxonómicos, atendiendo a aspectos de la sistemática, edad, datos

paleoecológicos relevantes, estado de conservación, posición de vida, estructuras etc...  
Diferenciándose entre macro y microfauna atendiendo al tamaño de los organismos fósiles (<2mm).

### *Estratigrafía de los afloramientos de La Esfinge*

Se propone la siguiente columna estratigráfica de muro a techo para La Esfinge.

#### *Nivel 0*

Formado por coladas basálticas masivas (IGME). A techo se encuentran pillow lavas datadas con  $40\text{AR}/39\text{Ar}$  en 4.2 Ma (Meco et al., 2015), que pertenece al Plioceno temprano, con una potencia estimada de 11 metros. El límite superior de estas lavas se encuentra a 25 metros del nivel actual del mar. (FIG 9).

#### *Nivel I*

Nivel de limos con abundante bioturbación de distintos icnofósiles, aparecen numerosas madrigueras afines al icnotaxón *Ophiomorpha nodosa*, reconocidos en el lecho. Potencia aproximada de 1 metro. (FIG 9).

#### *Nivel II*

Arenas claras finas sin laminación o estructura, muy seleccionadas. Destaca la presencia de piroclastos de color rojizo sin muestras de erosión o transporte y de tamaño variable. Aparece un marcado horizonte de *Lutraria oblonga* (Gmelin, 1791) dispuestas en posición de vida. Junto con este bivalvo se observan otros dos tipos de macrofósiles como *Lucina leonina* (Basterot, 1825) y *Diploma patulum* (Brocchi, 1814). Potencia estimada de 1 metro. (FIG 9).

#### *Nivel III*

Pequeña capa de limos, muy seleccionados y compactos, con ausencia de fósiles o estructuras, cuya potencia estimada es de 0,4 metros. (FIG 9).

#### *Nivel IV*

Nivel tabular, cuya litología consta de arenas claras gruesas y gravas fosilíferas, siendo una secuencia granocreciente. De muro a techo se observan arenas claras de pocos centímetros de potencia, con abundante macro y microfauna (tabla X). Estas arenas pasan a presentar una laminación horizontal en el que se encuentran ejemplares de *Janthina typica* (Bronn, 1860) bastantes fragmentados. En el techo de dicho nivel, aparece una gran cantidad de cantos redondeados en su mayoría, heterogéneos, cuya variación oscila entre los 2-20 cm aproximadamente, lo que le confiere una mala clasificación (matriz soportada). Destaca la presencia de piroclastos de pequeño tamaño

sin muestras de erosión o transporte. Este nivel tiene una potencia de 0,8 metros aproximadamente. (FIG 9).

#### *Nivel V*

Nivel de transición, donde se observan fósiles y cantos de origen marino como continuación del nivel IV junto con aportes de origen terrestre y escasos fósiles terrestres (*Hemicycla sp.*). Se aprecia una menor abundancia de cantos pero más angulosos y de mayor tamaño que en el nivel inferior (matriz soportada). Su tamaño oscila entre los 8-20 cm, siendo más abundante el rango entre 8-15 cm. Se aprecia una mayor cantidad de piroclastos de gran tamaño. Presenta una potencia aproximada de 3 metros y su límite superior está a una cota de 31 metros sobre el nivel actual del mar. (FIG 9).

Sobre este último nivel se desarrollan las lavas y piroclastos propios del vulcanismo del pleistoceno superior del volcán de La Esfinge, datados en 0,106 M.a K/Ar. Las dataciones de Montaña de El Faro y de Montaña de La Esfinge, proporcionaron las edades de  $152.000 \pm 4$  años y  $106 \pm 11$  años. Estas edades son concordantes con la posición estratigráfica y morfológica de ambos volcanes y, el techo de ambos, lo constituye un suelo rojo caracterizado como nivel guía en la estratigrafía de esta parte de La Isleta. (Hansen et al., 2008). (FIG 9).



✿ Fig 7. *Lutraria lutraria* (Linnaeus, 1758) en posición de vida en el nivel 2.



✿ Fig 8. Fotografía del corte para realizar la columna estratigráfica.

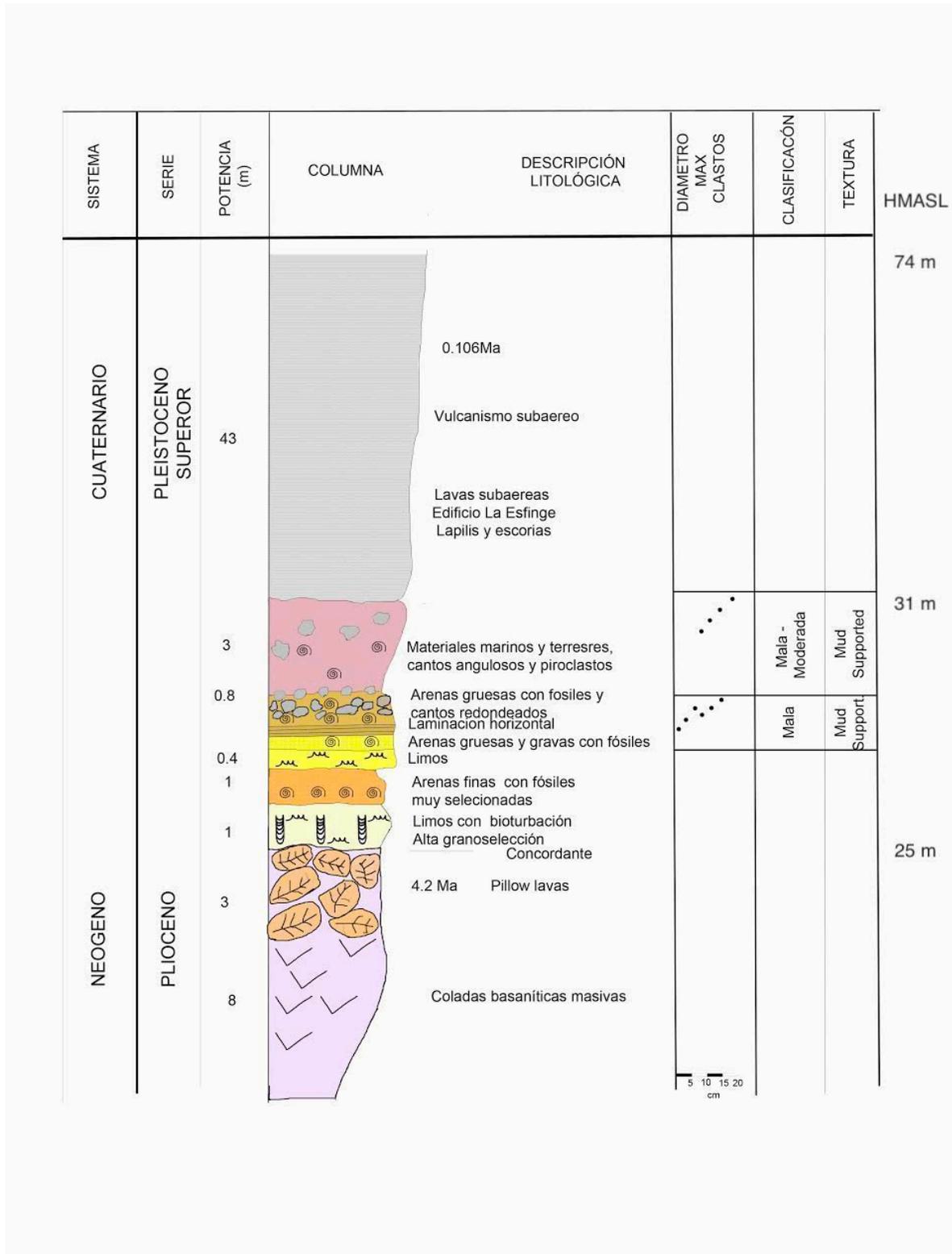


 Fig 9. Columna estratigráfica de La Esfinge, Las Palmas.

## Fauna

A partir de la columna estratigráfica, se elabora el siguiente listado de la fauna presente en estos niveles, aportando nueva información para el periodo Neógeno de Canarias y así añadir La Esfinge como punto significativo entre otros ya mencionados y estudiados. En la siguiente lista se destacará su distribución temporal y rasgos característicos de su hábitat, que puedan aportar datos sobre la paleoecología y el ambiente.

### Macrofauna

#### Mollusca, Gastropoda

##### *Haliotis volhynica* (Eichwald, 1829)

Distribución Miocena-Actual, desde Francia al Oeste de África y Cabo Verde.

Viven en zonas de poca profundidad, entre el mesolitoral y el infralitoral.(Lozano, 2012)

##### *Diodora gibberula* (Lamarck, 1822)

Distribución Miocena-Actual, desde Francia al Oeste de África y Cabo Verde.(Borgui & Vecchi 1998) .

Viven en fondos rocosos, desde los 2 a los 10 metros de profundidad.(Campbell, 2008). (Fig 10, b).

##### *Patella ambrogii* (Lecointre, 1952)

Especie actualmente extinta, citada para el Plioceno y el Pleistoceno en los siguientes puntos :

Plioceno: Costa noratlántica de Marruecos (Lecointre, 1952).

Pleistoceno: Mediterráneo, Pleistoceno inferior de Baleares (Cuerda Barceló, 1987).

Habita en la zona mesolitoral. Se ha encontrado con restos de Strombus y otra fauna propia de ambientes tranquilos. Son muy frecuentes las grandes acumulaciones de estos gasterópodos . (Cuerda Barceló, 1987). (Fig 13, b).

##### *Diloma patulum* (Brocchi ,1814)

Distribución Mio-Pleistocena.

El género actualmente vive entre las regiones tropicales y subtropicales, en la zona litoral rocosa (Borghi & Vecchi 2000-01). (Fig 10, g, h).

##### *Nerita emiliana* (Mayer, 1872)

Distribución Pliocena en el Mediterráneo y el Atlántico.

Molusco característico de aguas someras, tranquilas, típicas de lagunas y estuarios (Meco, 2012). (Fig 10, i, j, k).

*Janthina typica* (Bronn, 1860)

Gasterópodo extinguido y del Plioceno.

Sus fósiles presentan una distribución geográfica inusual ,apareciendo en los archipiélagos del este del Atlántico N , en Marruecos y en el Oeste del Pacífico (Meco, 2012). (Fig 13 c, d, e).

*Petalocochnus intortus* (Lamarck, 1818)

Distribución Miocena-Actual (Landau et al, 2004), perteneciendo a la epifauna .

*Cerithium europaeum* (Mayer, 1878)

Distribución Mio-Pliocena, citada para el Mioceno de Italia, Tetis y Paratetis y el Plioceno de Italia y Turquía (Lozano, 2012). (Fig 10, a).

*Capulus ungaricus* (Linnaeus, 1758)

Distribución Neógena-Actual. Ampliamente distribuido desde Noruega al Oeste de África.

Sublitoral, se puede encontrar en piedras, aunque normalmente viven sobre conchas de moluscos vivos.(Campbell, 2008). (Fig 10, c).

*Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827)

Distribución Mio-Pliocena.

Característico de aguas tropicales, en general de poca profundidad; desde la línea de bajamar hasta profundidades de 6 a 20 metros en ambientes tranquilos y aguas protegidas. Se observa gran variabilidad en la especie según la edad y las condiciones de vida (Meco, 2012).(Fig 13, a).

*Solarium carocollatum* (Lamarck, 1822)

Especie únicamente fósil, típica del Neógeno, se ha citado para el Mioceno de Portugal, Argelia, Austria, Bulgaria, Hungría, Italia y Polonia. Plioceno del Mediterráneo (Italia, España y Francia) (Lozano, 2012). (Fig 10, e, f).

*Conus pelagicus* (Brocchi, 1814)

Mio-Plioceno de Europa ( Brocchi 1814, Sacco 1893).

*Myosotella myosotis* (Draparnaud, 1801)

Distribución desde el Pacífico oriental al Atlántico occidental .

Habitando en la zona supralitoral y marismas salobres sin mucho movimiento de agua, entre algas, bajo piedras, madera o sustratos fangosos, pero también en arroyos cercanos a la costa; la salinidad óptima es de 1,8‰ y la máxima tolerancia de 0,9 a 9,9 ‰ (Campbell, 2008). (Fig 10, 1).

*Conus ventricosus* (Gmelin, 1791)

Tienen desarrollo planctotrófico, lo que ha facilitado su amplia distribución en prácticamente todo el Mediterráneo, así como las zonas cálidas del Atlántico próximo. Habitan en fondos rocosos, fangosos y arenosos. (J.F.Verdejo). (Fig 10, d)

**Mollusca, Bivalvia***Arca tetragona* (Poli, 1795)

Mioceno-Actualidad. Presente en el Plioceno de todo el Mediterráneo y en el Atlántico, de Inglaterra y Holanda. Actualmente, de Noruega a Cabo Verde, incluido el Sur de España, Islas Canarias, Madeira y Azores( Poppe & Goto, 1993; Ben Moussa, 1994).

Típicamente asociada a sustratos duros, sobre rocas u otras conchas, en medios tranquilos de grano fino o muy fino, localizados entre la zona intermareal y entre 100 y 120 metros de profundidad. (Poppe & Goto, 1993; Lozano Francisco, 1997).

*Spondylus gaederopus* (Linnaeus, 1758)

Distribución Pliocena-Actual (Brambilla, 1976; Freneix et al.1987; Ben Moussa, 1994, Lozano Francisco, 1997).

Habita en aguas profundas, fuertemente adherido al sustrato. Es frecuente y abundante en la zona del Mediterráneo, en el Atlántico adyacente y en el Mar Negro.(Fig 12, d).

*Lima lima* (Linnaeus, 1758)

Mioceno-Actualidad, originaria del Mioceno inferior( Aquitaniense) del dominio atlánto-mediterráneo.Durante el Plioceno su distribución era similar a la actual (Ben Moussa, et al, 1988).

Vive adherida a sustratos duros, con una batimetría que según unos autores comprende entre 3-100 m (Poppe & Goto, 1993) y entre 50-250 metros (Tavani, 1963; Ben Moussa et al; 1988).

*Gryphaea virleti* (Deshayes, 1832)

Muy abundante en los depósitos terciarios de todas las islas.

Con gran interés estratigráfico, ya que está limitada al Mioceno-Plioceno del Mediterráneo, llegando a Marruecos, África oriental y Oceanía. (Lecointre, 1952).

Para estudiar la ecología de esta especie fósil, debemos atender a la ecología de su problemático equivalente genérico actual y más que posible descendiente: *S.cucullata* Born. De aguas cálidas, se localiza en manglares y arrecifes del Indico-Pacífico. Se desarrolla fijada a sustratos duros aunque también se han localizado ejemplares aislados (Lecointre 1952, Lozano Francisco, 1997). Se trata de una especie Eurihalina; capaz de resistir un amplio rango de salinidad, generalmente comprendidas entre 15-25% (Laurain, 1971). La temperatura mínima que soporta es de 10° C. (Fig 11, b, c).

*Lucina leonina* (Basterot, 1825)

Distribución del Mioceno Inferior-Plioceno, actualmente extinta.

Abundante en el Plioceno del Mediterráneo y Atlántico (Ben Moussa, 1994, Lozano, 1997).

Típicos de aguas de poca profundidad en arenas finas y gruesas. (Ben Moussa, 1994).

*Ctena eburnea* (Gmelin, 1788)

Mioceno-Actual. Actualmente se encuentra en el Archipiélago Canario y costa Africana de Marruecos a Angola. (Nicklès, 1952).

*Ctena decussata* (Da Costa, 1843)

Distribución desde el Mioceno-Actualidad. Actualmente se encuentra en el Mediterráneo y el Atlántico, desde Francia hasta las Islas Canarias y Gabon (Martinell & Doménech, 1983; Poppe & Goto, 1993).

Se localizan en medios de limos, arenas y gravas en aguas muy someras (regiones meso e infralitoral) (Poppe & Goto, 1993).

*Linga columbella* (Lamarck, 1818)

Autores como Sacco, (1901) y Venzo & Pelosio; (1963), la citan únicamente en los depósitos del Mioceno medio-Plioceno del Atlántico y del Mediterráneo, sin hacer referencia a su existencia en la actualidad. Pero otros autores como Dollfus & Dautzenberg (1902), la citan desde el Mioceno hasta la actualidad. Según estos autores su distribución durante el Mioceno es atlántico-mediterráneo.

Abundante en materiales finos desde 1 a 40 metros de profundidad.

*Loripes lacteus* (Linné, 1758)

Mioceno-Actualidad (Sacco, 1901, Caprotti, 1972). Depósitos terciarios del Mediterraneo y Atlántico (Norte de África). (Ben Moussa, 1994; Lozano Francisco, 1997). Actualmente se localiza

en todo el Mediterráneo ( Poppe & Goto, 1993), El Mar del Norte y Atlántico desde Inglaterra a Senegal, Madeira e Islas Canarias (Nicklès, 1950; Tavani, 1969; Gómez Rodríguez & Pérez Sánchez, 1997).

Se localiza desde los 3 hasta los 40 metros de profundidad (Tavani, 1969).

*Cardita calyculata* (Linnaeus, 1758)

Distribución Mioceno-Actual. Aparece en el Mioceno del Tetis y Mediterráneo. Muy abundante durante el Plioceno. Actualmente presenta una distribución similar a la que presentaba en el Plioceno: en el Mediterráneo y en el Atlántico de Portugal a Marruecos y Senegal, incluidos Madeira, Canarias y Azores. (Dollfus & Cotter, 1909; Poppe & Goto, 1993; Ben Moussa, 1994 ; Gómez Rodríguez & Pérez Sánchez, 1997)

Habitan en fondos rocosos y de grava, desde la zona intermareal hasta 200 metros de profundidad, aunque es más habitual por encima de los 20 metros. (Brambilla, 1976; Lozano Francisco, 1997 )

*Timoclea ovata* (Pennant, 1777)

Habita en gravas y arenas, en zona infralitoral (César Fernández González, 2011).(Fig 12, b, c).

*Chama gryphina* (Lamarck, 1819)

Oligoceno-Actualidad. Presente en los depósitos Neógenos mediterráneos y atlánticos, siendo muy abundantes. En el Mioceno se localizan en Europa Central y sur. Plioceno y Pleistoceno del Mediterráneo. Actualmente se localiza en el Mediterráneo y Atlántico (Dollfus & Cotter, 1909; Nicklès, 1950; Brambilla, 1976).

Viven adheridas a sustratos duros por la valva derecha, desde la zona litoral hasta cerca de 150 metros (Dollfus & Cotter,1909; Brambilla, 1976).

*Tellina compressa* (Brocchi, 1814)

Mioceno - Actualidad. Actualmente se localiza en el Mediterráneo occidental y Atlántico, desde el Estrecho de Gibraltar hasta Angola (Sacco, 1901;Poppe & Goto, 1993;Ben Moussa, 1994).

Actualmente se encuentra en fondos de materiales muy finos, entre 16 y 200 metros de profundidad (Poppe & Goto, 1993).

*Tellina planata* (Linnaeus, 1758)

Mioceno - Actualidad. Abundante en los depósitos neógenos del Mediterraneo y Atlántico (Sacco, 1901).

La especie se desarrolla a profundidades que van desde la zona intertidal hasta los 20 metros de profundidad, en ambientes de materiales finos (Poppe & Goto, 1993).

*Callista chiome* (Linnaeus, 1758)

Mioceno Medio-Actualidad. Presente en los depósitos del Mediterráneo y costas del Atlántico ( Sacco, 1990, Ben Moussa, 1994).

Habita en fondos arenosos y fangosos, aunque también es frecuente en los espacios arenosos de playas rocosas y cantos rodados. Pudiendo alcanzar los 100 metros de profundidad.

*Lutraria oblonga* (Gmelin, 1791)

Mioceno-Holoceno

Vive enterrada en sedimento fino y se encuentra distribuido por el norte del océano Atlántico, Mar Mediterráneo y Mar Rojo. Pudiendo llegar a profundidades de hasta 80 metros (Meco, 2008) (Fig 11, a).

### **Equinodermata**

*Cidaris desmoulinsi* (Sismonda, 1842)

Distribución Mioceno-Plioceno.

*Clypeaster sp.*

Distribución Mioceno-Plioceno.

Este género engloba a los mayores equinodermos conocidos, describiéndose más de 400 especies. Viven en fondos arenosos de poca profundidad y se encuentra en sustratos blandos, pudiendo vivir total o parcialmente enterrado en la arena.

Hoy en día este género sobrevive en ambientes de aguas cálidas y protegidas del Caribe y regiones Indo-Pacíficas

### **Arthropoda, Crustacea, Cirripedia**

*Balanus spongicola* (Brown, 1827)

Oligoceno Inferior-Actualidad. Citado desde el Oligoceno inferior. Durante el Mioceno se encuentra en Inglaterra, Italia, Cerdeña, Francia, España, Argelia, Túnez y Egipto. Muy común durante el Plioceno y Pleistoceno italiano. Presente en los depósitos pleistocenos de Portugal y Argelia .

*Tetraclita cf. rubescens* (Darwin, 1843)

Se desarrolla en la región intermareal, en zonas expuestas y bastantes batidas por el oleaje. Ocasionalmente aparece en la región submareal. (Morris et al, 1980).

**Pisces**

*Archosargus cinctus* (Agassiz, 1843)

Mioceno-Plioceno. La mayoría son demersales, viviendo en las aguas someras de las zonas de rocas y de carácter eurihalino y euritermo (Meco, 2012).

**icnofauna**

*Ophiomorpha nodosa* (Lungren, 1891)

Se pueden diferenciar estructuras cilíndricas verticales, lineales o ligeramente curvadas. Estas madrigueras corresponderían a diferentes organismos, como equinodermos o posiblemente crustáceos. Así, Dermitzakis et al. (2009) describe una secuencia del Plioceno Inferior (Zancleanse) en la región de Rafina. Esta secuencia guarda similitudes con lo observado en los niveles mio-pliocenos de Canarias.

**Briozoa**

*Amphiblestrum aff. appendiculata*

Pequeño fragmento con zooides grandes y esféricos facilitando la entrada de H<sub>2</sub>O, poca erosión, bastante calcificada.

Pertenece a un tipo de colonia inarticulada, construyendo una colonia rígida. Reteporiformes, menos incrustante. De baja energía y somero.

*Hornera (Striata)*

Fragmentos con ramificaciones, cortas y calcificadas. Zooides que presentan profundidad y esféricos.

Colonia inarticulada, rígida y erecta, vinculariforme. De baja energía y medio somero.

*Margaretta Ceroides*

Fragmento cuyos zooides sobresalen de una base rugosa y porosa que componen al briozoo.

Colonia erecta, inarticulada, vinculariforme. De baja energía y medio somero.

*Heteropora sp*

Fragmento con ramificación corta. Los zooides presentan una estructura hexagonal bastante erosionada junto a una combinación de estos, cuya forma oscila entre cóncavos y sedimentados.

Colonia erecta, inarticulada y vinculariforme ( Mayor energía dentro de un medio somero y de baja energía)

*Mesenteripora*

Zooides alargados que poseen huecos con una orientación hacia los extremos

Colonia erecta, inarticulada y posiblemente adeoniforme.

*Smittina*

Fragmento con ramificación. Los zooides presentan una orientación hacia los extremos del briozo, rellenos de sedimento.

Colonia erecta, inarticulada y vinculariforme. De baja energía y medio somero.

**Cnidaria, hexacorallia**

Se localizan 2 taxones solitarios de aragonito, el primer taxón tiene 40 septos irregulares que convergen en un centro común, cuyo diámetro interior oscila entre los 0'5 centímetros. El segundo taxón es muy similar al anterior. Ambos taxones son pólipos aislados.

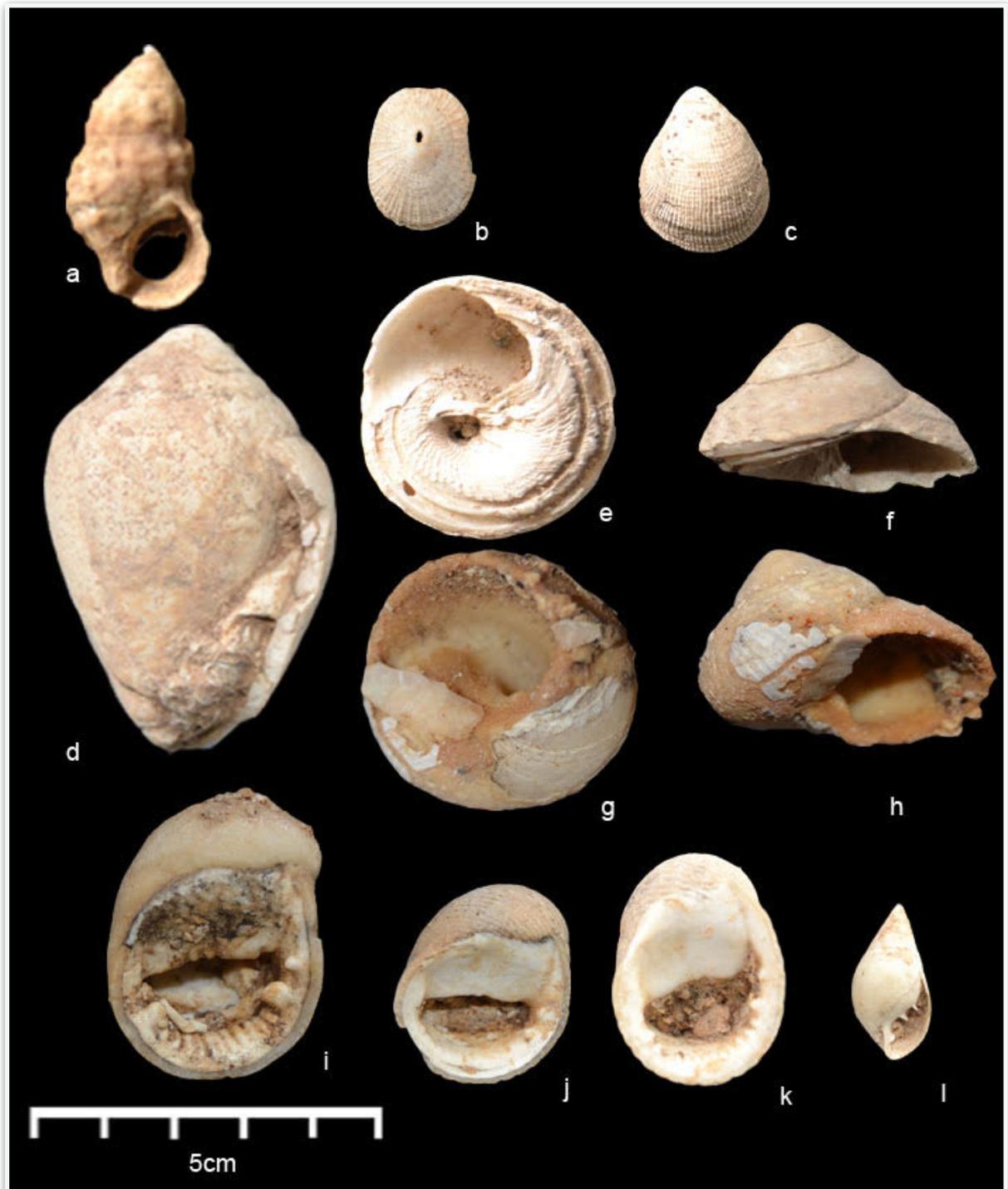


Fig 10 a.-*Cerithium europaeum* (Mayer, 1878) b.- *Diodora gibberula* (Lamarck ,1822)  
 c.- *Capulus ungaricus* (Linnaeus, 1758) d.- *Conus ventricosus* (Gmelin, 1791)  
 e,f.- *Solarium carocollatum* (Lamarck, 1822) g, h.- *Diloma patulum* (Brocchi ,1814)  
 i, j, k- *Nerita emiliana* (Mayer, 1872) l.- *Myosotella myosotis* (Draparnaud, 1801).

✿ Fig 11. a.- *Lutraria oblonga* (Gmelin, 1791)  
b, c.- *Gryphaea virleti* (Deshayes, 1832)



✿ Fig 12. a.- *Lutraria oblonga* (Gmelin, 1791)  
b,c.- *Timoclea ovata* (Pennant, 1777)  
d.- *Spondylus gaederopus* (Linnaeus, 1758)



✿ Fig 12. a.- *Lutraria oblonga* (Gmelin, 1791)  
b,c.- *Timoclea ovata* (Pennant, 1777)  
d.- *Spondylus gaederopus* (Linnaeus, 1758)



✿ Fig 13. a.- *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827) b.- *Patella ambrogii* (Lecointre, 1952) c, d, e.- *Janthina typica* (Bronn, 1860)

## Discusión y conclusiones

La Esfinge, es un punto singular dentro del modelo geológico Neógeno de Gran Canaria que se extiende desde la costa noroeste (Barranco de Los Dolores) hasta el barranco de Telde, Jinámar (Fig 3), encontrando mismos indicadores faunísticos entre los que destacan *Diloma patulum* (Brocchi, 1814), *Nerita emiliana* (Mayer, 1872), *Gryphaea virleti* (Deshayes, 1832) *Lucina leonina* (Basterot, 1825), *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827) entre otros. Se observan diferencias en las distintas facies de los niveles sedimentarios de edad Neógena de la isla. En el Guincho, dominan las facies de arenas con estructuras, mientras en puntos como el Barranco de Guanarteme o de Tamaraceite, se relacionan con las pillow lavas, y en otras localizaciones en la capital de la isla en la que encontramos niveles de gravas con grandes rodolitos, y con una gran potencia de materiales del ciclo Roque Nublo, junto a arenas grises y arenas claras dentro del mismo depósito. A pesar de esta variabilidad en las facies vemos que su contenido faunístico es coherente en toda la extensión del depósito, incluido La Esfinge. Por lo que podemos apreciar una continuidad lateral de este contenido faunístico en los depósitos.

En la siguiente tabla (modificada de Betancort 2012) se puede observar la relación entre la fauna presente en los afloramientos de La Esfinge y otros puntos de estos mismos niveles en las Canarias orientales: Gran Canaria, siendo estos los más destacados, ya que este trabajo se centra en la relación y estudio de los afloramientos Neógenos de la isla, Fuerteventura y Lanzarote.

Las secuencias de La Esfinge y el resto de localizaciones en la Isla de Gran Canaria son equivalentes a las de Lanzarote y Fuerteventura aunque haya discrepancias en la edad.

Taxón presente en La Esfinge	Gran Canaria	Fuerteventura	Lanzarote
<i>Diodora gibberula</i> (Lamarck, 1822)		Jandía: Costa Esmeralda	
<i>Patella ambrogii</i> (Lecointre, 1952)	Barranco seco Ciudad Jardín Arenales Guiniguada Bañaderos	Santa Ines, Barranco de la Cruz, Barranco de Los Molinos, Aljibe de La Cueva, Costa Calma, Costa Esmeralda, Morrojable	Costa de Los Ajaches
<i>Diloma patulum</i> (Brocchi, 1814)		Aljibe de La Cueva, Costa Calma	Costa de Los Ajaches, Papagayo
<i>Petalococonchus intortus</i> (Lamarck, 1818)	San José	Barranco de la Cruz, Costa Calma	Costa de Los Ajaches: La Colorada, El Pimentero

<b>Taxón presente en La Esfinge</b>	<b>Gran Canaria</b>	<b>Fuerteventura</b>	<b>Lanzarote</b>
<i>Haliotis volhynica</i> (Eichwald, 1829)	Ciudad Jardín San José Arenales	Aljibe de La Cueva	
<i>Archosargus cinctus</i> (Agassiz, 1843)	Barranco Seco Ciudad Jardín Barranco de Mata San José Arenales Bañaderos	Aljibe de la Cueva, Litoral entre Ajui y Los Molinos, Esquinzo, Calet a Gimosa, Boulillos Blancos, Barranco de La Cruz	
<i>Clypeaster sp.</i>	Barranco Seco Ciudad Jardín Barranco de Mata San José Arenales Bañaderos	Aljibe de la Cueva Litoral entre Ajui y Los Molinos, Esquinzo, Calet a Gimosa, Boulillos Blancos, Barranco de La Cruz	Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco
<i>Cidaris desmoulinsi</i> (Sismonda, 1842)	Barranco Seco Ciudad Jardín Barranco de Mata San José Arenales Bañaderos	Aljibe de la Cueva Litoral entre Ajui y Los Molinos, Esquinzo, Calet a Gimosa, Boulillos Blancos, Barranco de La Cruz	
<i>Tetraclita cf. rubescens</i> (Darwin, 1854)	Ciudad Jardín Arenales	Litoral entre Ajui y Los Molinos, Esquinzo, Calet a Gimosa, Boulillos Blancos, Barranco de La Cruz	
<i>Balanus spongicola</i> (Brown, 1827)	Ciudad Jardín Arenales	Barranco de la Cruz	
<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)		Aljibe de la Cueva, Costa Calma y Costa Esmeralda	Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco
<i>Lutraria lutraria</i> (Linnaeus, 1758)			
<i>Callista chiome</i> (Linné, 1758)		Jandia: Punta de Jandia	
<i>Tellina planata</i> (Linnaeus, 1758)		Aljibe de la Cueva, Costa Calma y Costa Esmeralda	Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco
<i>Tellina compressa</i> (Brocchi, 1814)	Barranco Seco	Aljibe de la Cueva, Costa Calma y Costa Esmeralda	Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco

<b>Taxón presente en La Esfinge</b>	<b>Gran Canaria</b>	<b>Fuerteventura</b>	<b>Lanzarote</b>
<i>Chama gryphina</i> (Lamarck, 1819)	Arenales	Aljibe de la Cueva, Costa Calma y Costa Esmeralda	Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco
<i>Cardita calyculata</i> (Linnaeus, 1758)		Jandia: Costa Calma y Costa Esmeralda	
<i>Lucina leonina</i> (Basterot, 1825)	Ciudad Jardín San José Arenales	Aljibe de la Cueva, Costa Calma y Costa Esmeralda	Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco
<i>Gryphaea virleti</i> (Deshayes, 1832)	Barranco Seco Ciudad Jardín Barranco de Mata San José Arenales Bañaderos	Litoral entre Ajui y Los Molinos, Esquinzo, Calet a Gimosa, Boulillos Blancos, Barranco de La Cruz, Aljibe de La Cueva, Costa Calma, Costa Esmeralda, Morrojable, Barranco de Juan Gomez	Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco
<i>Lima lima</i> (Linnaeus, 1758)	Bañaderos San José		Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco
<i>Spondylus gaederopus</i> (Linnaeus, 1758)	Arenales San José Baranco Seco	Aljibe de La Cueva, Costa Calma, Costa Esmeralda, Morrojable	Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco
<i>Arca tetragona</i> (Poli, 1795)		Jandía: Costa Calma, Costa Esmeralda,	
<i>Ovatella myosotis</i> (Draparnaud, 1801)			
<i>Conus ventricosus</i> (Gmelin, 1791)	San José		
<i>Conus pelagicus</i> (Brocchi, 1814)	Arenales San José Baranco Seco	Aljibe de La Cueva, Costa Calma, Costa Esmeralda, Morrojable	Costa de Los Ajaches Papagayo
<i>Solarium carocollatum</i> (Lamarck, 1822)	Arenales	Aljibe de La Cueva, Costa Calma, Costa Esmeralda, Morrojable	Costa de Los Ajaches Papagayo
<i>Persististrombus coronatus</i> (Defrance, 1827)	Ciudad Jardín Barranco de Mata San José	Aljibe de La Cueva, Costa Calma, Costa Esmeralda, Morrojable	Costa de Los Ajaches Papagayo
<i>Capulus ungaricus</i> (Linnaeus, 1758)	Ciudad Jardín Barranco de Mata San José	Aljibe de La Cueva	Papagayo

Taxón presente en La Esfinge	Gran Canaria	Fuerteventura	Lanzarote
<i>Cerithium europaeum</i> (Mayer, 1878)	Ciudad Jardín Barranco de Mata San José	Aljibe de La Cueva, Costa Calma	Costa de Los Ajaches de Papagayo a Corral Blanco
<i>Petalococonchus intortus</i> (Lamarck, 1818)	San José	Barranco de la Cruz, Costa Calma	Costa de Los Ajaches: La Colorada, El Pimentero
<i>Janthina typica</i> (Bronn, 1860)			
<i>Nerita emiliana</i> (Mayer, 1872)	Ciudad Jardín Barranco de Mata Bañaderos	Entre Ajui y Los Molinos, Esquinzo, Caleta, Gimosa, Bouillos Blancos, Barranco de La Cruz Aljibe de La Cueva, Costa Calma, Costa Esmeralda, Morrojable, Barranco de San Juan Gomez.	Costa de Los Ajaches Papagayo

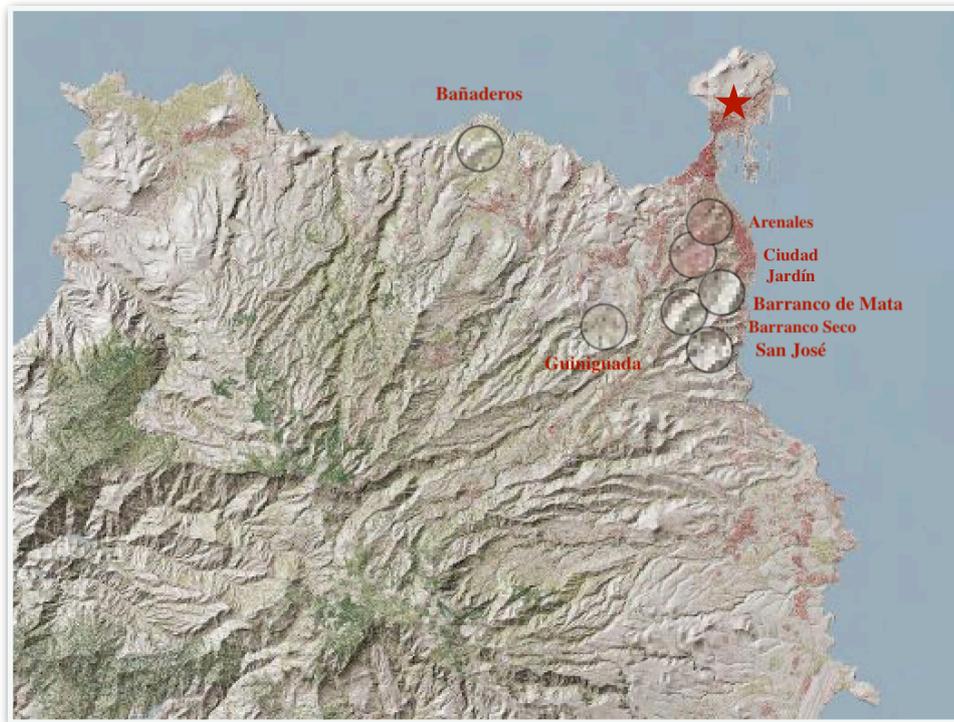


Fig 14. Localización de los puntos citados en la tabla, Gran Canaria./Imagen modificada de Graf Can.

Para elaborar la columna estratigráfica se ha procedido al estudio de sus facies atendiendo al tamaño de grano, litología, textura, y contenido faunístico. Definiendo un total de 5 niveles y 1 nivel subáreo de edad Pleistocena, anteriormente descrito por Hansen, 2008. En toda la columna hay una continuidad faunística que indica unas condiciones climáticas de carácter subtropical o tropical similares en todo el periodo, siendo coherente con la fauna descrita para el Plioceno de Canarias. Con la presencia de especies comunes que han sido clasificadas anteriormente como fósiles guía; *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827), *Nerita emiliana* (Mayer, 1872), *Gryphaea virleti* (Deshayes, 1832), *Archosargus cinctus* (Agassiz, 1843), aunque en este punto no aparece o no se ha localizado *Rothpletzia rudista* (Simonelli, 1890) siendo un paleoendemismo de Canarias y uno de los principales indicadores del Plioceno de Canarias, que vive adherida a rocas junto a otros corales y gasterópodos del género *Persististrombus*, que nos permite asumir que es una especie propia de aguas someras y baja energía, (Betancort 2012).

- ∞ El nivel II, es bastante significativo, donde encontramos un ambiente más protegido con bivalvos excavadores, en sedimentos blandos como *Lucina leonina* (Basterot, 1825) y *Lutraria oblonga* (Gmelin, 1791). La presencia de *Lutraria oblonga* (Gmelin, 1791) es inédita en este punto, ya que en el resto de yacimientos de la misma edad de Canarias no se ha encontrado, siendo característica de zonas muy someras y de baja energía. Aparecen en posición de vida, esto denota un cambio muy brusco en las condiciones del medio quedando atrapadas, la mayoría no llegó a separar sus valvas y tampoco removi6 el sedimento. Esto da lugar a plantear un cambio eustático o un pequeño cambio en la profundidad debido a un movimiento producido por el vulcanismo de la zona, siendo esta la hipótesis más probable ya que a continuación encontraremos niveles de limo, una fauna que habita en medios someros y condiciones climáticas similares y la presencia de piroclastos de color rojizo sin muestras de erosión o transporte y de tamaño variable, procedentes de algún volcán cercano. Este nivel desaparece hasta el siguiente nivel de limos, entendiendo este proceso como un cambio muy rápido en las condiciones de la playa, siendo aún de baja energía.
- ∞ Se producen distinciones en el tamaño de grano, donde se aprecia una secuencia granocreciente de muro a techo, que cada vez está menos seleccionada, con fauna más rota y con presencia de cantos que nos indican que hay un cambio en la playa, donde el ambiente marino cesa y se producen aportes de carácter terrestre. Lo que nos indica un aumento en las condiciones energéticas del medio y/o una disminución de la profundidad. El contenido faunístico es constante en la columna (excepto la presencia de *Lutraria oblonga* (Gmelin, 1791) en el nivel II). Esto se puede interpretar desde unas condiciones climáticas estables (subtropicales/tropicales), donde los cambios observados se producen en el medio y no en el ecosistema. Es decir, observando la columna vemos que hay un cambio desde una condición más estable en la que se encuentra el nivel I, II y III, a un medio más expuesto o menos profundo. A partir del nivel IV se aprecia un cambio granocreciente con mayor diversidad faunística, característica de ambientes someros, propio de aguas protegidas y baja energía

como *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827), *Nerita emiliana* (Mayer, 1872), y fósiles guía del Plioceno como *Janthina typica* (Bronn, 1860) y *Nerita emiliana* (Mayer, 1872). El resto de la fauna es coherente con la edad y las condiciones citadas. La presencia de cantos a techo del nivel IV refuerza la hipótesis de un medio más expuesto, menos profundo y con cambios en el medio, que pueden deberse a cambios en el nivel del mar, con mayor exposición al oleaje o un ascenso del edificio. En todo este nivel, y en los anteriores destaca la presencia de pequeños piroclastos sin muestras de erosión o transporte, por lo que tuvieron que ser depositados in situ y que encontremos esta presencia a lo largo de los niveles nos indica un periodo activo del vulcanismo de la zona y sus posibles constantes cambios que pueden influir en el medio.



Se concluye que los taxones de La Esfinge son propios de un clima de carácter tropical, que se mantuvo en el tiempo. Hay algunas especies que habitan en la actualidad en regiones como el Caribe y Guinea, u otras del mismo género que viven en dichas zonas. Estas condiciones climáticas son coherentes con estudios anteriores, donde el medio paso de ser una playa, que originalmente debió ser un sitio protegido y con poca dinámica litoral (límite nivel II) a un ambiente litoral de playa con rompiente de ola de moderada energía, fauna procedente del entorno y con una climatología tropical/subtropical. Esto pudo ser debido a un cambio eustático o un pequeño cambio en la profundidad debido a un movimiento producido por el vulcanismo de la zona. La fauna presente en estos niveles debe proceder de alguno de los puntos citados anteriormente, ya que no presenta un gran desgaste y fragmentación por lo que no ha sufrido un elevado transporte. Las condiciones ecológicas de La Esfinge sufrieron cambios durante el Plioceno, posiblemente asociados con un vulcanismo local.



### Bibliografía

Anguita Virella F y Ramírez del Pozo J (1974) La datación micro-paleontológica de la terraza de Las Palmas (Gran Canaria). Estudios Geológicos 30, 185-188.

A.Lomoschitz, J.F.Betancor & J.Meco; Condiciones de formación de niveles guía sedimentarios del Plioceno en la costa NE de Gran Canaria, España

Araña V & Carracedo JC (1978) Los Volcanes de las Islas Canarias. I: Tenerife. Editorial Rueda.

- Bauzá J (1948) Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica del neógeno de Baleares.
- Ben Moussa A, Brébion Ph, Lauriat-Rage A et Demarq G (1988). Interet Paleobiologique des Mollusques Messiniens de Melilla (Ne Maroc), *Revue de Paléobiologie*, Benítez AJ (1912) *Historia de las Islas Canarias*. AJ Benítez Ed. Santa Cruz de Tenerife
- Benítez Padilla S (1945) Ensayo de la síntesis geológica del Archipiélago Canario. *El Museo Canario* 14, 9-38.
- Betancort JF, Lomoschitz A & Meco J (2014) Mio-Pliocene crustacean from the Canary Island, Spain. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 120(3):337-349.
- Borghi M & Vecchi G (1998) La Malacofauna Plio-Pleistocénica del torrente Stirone (Pr) Haliotidae e Fissurellidae. *Parva Naturalia*, 77-104 pp., V tavs. Borghi M & Vecchi G (2000-01) La Malacofauna Plio-Pleistocénica del torrente Stirone (Pr) Trochidae (Parte II). *Parva Naturalia*, 2000-2001:11-43, IV tavs.
- Bravo T (1960) *Las formaciones Pos-Miocénicas de Gran Canaria*, *Revista El Museo Canario*, n° 75-76, *Homenaje a Simón Benítez Padilla*, Las Palmas de Gran Canaria.
- Brocchi G (1814) *Conchiologia fossile subapennina con osservazioni geologiche sulle Apennini e sul suolo adyacente*. Vol I & Vol II .Dalla Stamperia Reale.
- Cabrera MC & Pérez Torrado FJ (1988) Estudio de los materiales sedimentarios y piroclásticos de "las cuevas del Guincho" (Gran Canaria, Islas Canarias), II Congreso Geológico de España 1, 55-58 Cabrera Santana MC (1989) *Estratigrafía y sedimentología del sector meridional de la "Terraza Sedimentaria de Las Palmas"*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Salamanca.
- Cardenas J, Bajo I et al Maestre MV (2017) Estudio paleontológico de los Bivalvos (Mollusca) del Tortonense superior de Arroyo Trujillo, Cantillana (Sevilla). *Spanish Journal of Palaeontology*. 32(2):367-386.
- Calzada-Badia S, Santafe-Llopis JV et al; Casanovas-Cladellas ML (1978) Nuevos datos sobre el Mioceno inferior marino del Vallès (sector Cernayola). *Acta Geológica Hispánica*, XIII(4):113-116.
- Campbell A (2008) *Guía de la flora y fauna de las costas de España y Europa*. Ed. Omega.
- Caprotti E (1968) *Arcidi e Limopsidi di Castell'Arquato (Mollusca, Bivalvia)*. *Natura, Soc. It. Sci. Nat.*, 59:85-106, 2 tavv.
- Consuelo Sendino & Paul D. Taylor (2013); Pliocene bryozoans from Gran Canaria; *Bryozoan Studies* - Antonietta Rosso, Patrick N. Wyse Jackson & Joanne Porter (eds).
- Cuerda J (1987) *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno Balear*.

Da Lomba Barros. Y (Julio, 2020). Estudio de la composición petrográfica de las arenas en playas de Gran Canaria y La Graciosa ( Islas Canarias, España). Tesis presentada para obtener el título del Master Interuniversitario en Oceanografía (ULPGC).

Deshayes GP (1864) Description des Animaux sans Vertebres, tome II: Mollusques Acéphalés Monomyaires et Brachiopodes, Mollusques Céphalés.Première Partie. J.-B. Baillière et Fils, Planches 1 à 64, Paris.

Dollfus G & Dautzenberg P (1902) *Conchiologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire*, fasc. 1: Pélécy-podes. Mém. Soc. géol. de France, Paléontologie.

Dollfus G & Cotter B (1909) Mollusques tertiaires de Portugal. Le Pliocène au nord du Tage (Plaisancien).

Estado de Ordenación: Avance ; BOC de 8 de Septiembre de 2003.

Fernández Navarro (1925) Datos sobre el volcanismo canario 327.

Freneix S, Saint Martin JP et Moissette P (1987) Bivalves Ptériomorphes du Messinien d'Oranie (Algérie occidentale).

Gabaldon V, Cabrera MC y Cueto LA (1989) Formación Detrítica de Las Palmas. Sus facies y evolución sedimentológica. ESF Meeting on Canarian Volcanism.

Gimeno D, Pérez Torrado FJ, Schneider JL & Wassmer P (2000) Transformación de coladas básicas alcalinas subaéreas en lavas almohadilladas en ambiente litoral:un ejemplo del Plioceno, Norte de Gran Canaria.

Gimeno D, Pérez Torrado FJ, Aulinas M, Hasen A, Carracedo JC & Guillou H (2003) New data on evolutive trends of Third Magmatic Cycle (Post-Roque Nublo Group) volcanism in Gran Canaria (Canary Islands, Spain).

Gonzalez Itahisa (2009). Los lugares de interés geológico en la costa de Arucas (Gran Canaria): Inventario, valoración y propuestas de actuación.

Hausen. H (1958) Contribución al conocimiento de las formaciones sedimentarias de Fueteventura (Islas Canarias).

Hansen A(2008). Tesis ULPGC, Volcanología y geomorfología de la etapa de rejuvenecimiento Plio-Pleistocena de Gran Canaria (Islas Canarias).

J. Arístegu (1987) . Introducción al estudio de las comunidades de briozoos mas representativas del litoral de las Islas Canarias; Cah. Biol. Mar. (1987), 28: 323-338.

- Klug H (1968) Morphologische Studien auf den Kanarischen Inseln. Beitrage zur Küstenentwicklung und Talbildung auf einem vulkanischen Archipel.
- Landau B, Marquet R & Grigis M (2004) The Early Pliocene Gastropoda (Mollusca) of Estepona, Southern Spain.
- Laurain M (1971) Aperçu sur l'écologie des Ostrea et Crassostrea. Application aux Huîtres de faluns du Miocène de la Loire. Tesis doctoral. Universidad de Osay.
- Lecointre G (1952) Recherches sur le Neogène et le Quaternaire de la côte atlantique du Maroc. Tome I, Stratigraphie.
- Lietz J & Schmincke HU (1975) Miocene-Pliocene sea-level changes and volcanic phases on Gran Canaria Canary slands in the light of new K-A ages. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.
- Lozano Francisco MC (1997) Los bivalvos del plioceno de Huelva, Tesis Doctoral, Fac. Ciencias, Universidad Malaga
- Lyell Ch (1865) Elements of Geology, 6Ed. John Murray. London
- Martel M (1952) Contribución al estudio geológico y paleontológico de Gran Canaria, Estudios Geológicos, 8, 109-135.
- Martinell J & Domènech R (1983) Estat actual dels coneixements sobre el Pliocè Mari de l'Emporda, Aspectos biològics i geològics d l'Empordà (I.C.H.N.- S.C.B.)
- Meco.J (1975) Los niveles con "Strombus" de Jandía (Fuerteventura, Islas Canarias). Anuario de estudios atlánticos.
- Meco.J (1976) Paleontologia de Canarias. Tomo I. Los Strombus neógenos y cuaternarios del Atlántico EuroÁfricano (Taxonomía, Bioestratigrafía y Paleoecología). Ediciones del Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria
- Meco.J (1981) Neogastrópodos fósiles de las Canarias Orientales. Anuario de estudios atlántico
- Meco J, Stearns CE (1981) Emergent littoral deposits in the Eastern Canary Islands. Quaternary Research. 15:199-208.
- Meco.J (1982) Los Bivalvos fósiles de las Canarias Orientales. Anuario de estudios atlánticos
- Meco.J (1983) Los Bivalvos fósiles de las Canarias Orientales. Anuario de estudios atlánticos
- Meco J, Ballester J, Betancort JF, Scaillet S, Guillou H, Lomoschitz A, Carracedo JC, Pettit-Maire N, Cilleros A, Medina P, Soler-Onís E, Meco JM (2005) Paleoclimatología del Neógeno en las Islas

Canarias. Mioceno Y Plioceno. Ministerio de Medio Ambiente. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. ISBN 84-96502-14-7. Dep. Legal. GC. 429-2005.

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

Meco J, Betancort JF, Ballester J, Fontugne M, Guillou H, Scaillet S, Lomoschitz A, Cilleros A, Carracedo JC, Petit-Maire N, Ramos AJG, Perera MA, Soler-Onis E, Medina P, Montesinos M, Meco JM (2008) Historia Geológica del Clima en Canarias.

Meco J, Lomoschitz A, Betancort JF (2016) Early pliocenen tracer of North Atlantic and South Pacific sea surface currents *Janthina typica* (Bronn, 1860) (Mollusca: Gastropoda). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 33(2):192-197.

Meco J, Lomoschitz A et al; Betancort JF (2017) La Corriente de Canarias según sus registros geológicos. IX Congreso Geológico e España, GeoTemas, 16 (2): 311-314

Morris RH, Abbott DP & Haderlie EC(1980) Intertidal Invertebrates of California. Stanford University Press, Standford,California.

Nicklès M(1950) Mollusques testacés marins de la côte occidentale d’Afrique.

Palacios P(1898) Formaciones de origen marino de la Gran Canaria por los señores A. Rothpletz & V. Simonelli. Traducción del alemán por D. Pedro Palacios. Boll. Com. Mapa geológico de España.

Pérez Torrado FJ, Schneider JL, Gimeno D, Wassmer P, & Cabrera MC (2000) Mecanismo de transporte y emplazamiento de los depósitos volcanoclásticos en el litoral NE de Gran Canaria (Islas Canarias).

Rothpletz A y Simonelli V(1898)Formaciones de origen marino de la Gran Canaria. Traducción del alemán por D. Pedro Palacios. Boletín de la Comisión Mapa Geológico de España.

Rothpletz A et al; Simonelli V (1890) Die marinen Ablagerungen auf Gran Canaria. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft* 42:677-739. Meco J, Lomoschitz A, Betancort JF (2016) Early pliocenen tracer of North Atlantic and South Pacific sea surface currents *Janthina typica* (Bronn, 1860) (Mollusca: Gastropoda). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 33(2):192-197.

Sacco F(1900)I Molluschi dei Terreni Terziari dei Piemonte e della Liguria.

Santagelo N, Ciampo G, Di Donato V, Esposito P, Petrosino P, Romano P, Ermolli ER, Santo A, Toscano F & Villa I (2010) Late Quaternary buried Lagoons in the northern Campania plain (southern Italy): evolution of a coastal system under the influence of volcano-tectonics and

eustatism. *Italian Journal of Geosciences (Bollettino della Società Geologica Italiana)*. 129(1):156-175, 13 figs, 7 tabs.

Sbenaglia EA (1989) Ritrovamento nel Mar Grande di Taranto di Lutraria Magna (Da Costa, 1778); O. Eulamellibranchia, F. Mactridae. *Thalassian Salentina*. 19:75-77.

Studencka B & Studencki W (1988) Middle Miocene (Badenian) bivalves from the carbonate deposits of the Wójcza-Pinczów Range (southern slopes of the Holy Cross Mountains Central Poland). *Acta Geologica Polonica*. 38(14):44 pp.

Tavani G & Tongiorgi M (1963) La fauna miocenica delle "Arenarie di Ponsano" (Volterra, Provincia di Pisa). I Parte: Lamellibranchiata. *Palaeont. It.*, 58, 1-43, tt. 1-30, 1 f. Pisa.

Tavani G (1969) Brachipodi, Anellidi e Molluschi del Pliocene di Punta Pistola (Capo di Leuca-Puglia). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. (A)*, 76:23-44.

Torrado F, Cabrera M. Del Carmen, Hansen A, Rodríguez Alejandro (2010) *Geología Gran Canaria 2010*.

Torrado F, *Historia geológica de Gran Canaria (2000)*. Jornadas Canarias de Geología. Las Palmas de Gran Canaria 5-8 Abril de 2000.

Venzo S & Pelosio G (1963) La malacofauna tortoniana del Colle di Vigoleno (Preapennino Piacentino). *Paleont. Ital.* LVIII; 1-41, 1 fig, 30 pls. Pisa.